SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

FÜNFUNDACHTZIGSTER BAND.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1882.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

LXXXV. BAND. III. ABTHEILUNG.

JAHRGANG 1882. — HEFT I BIS V.

(Mit 19 Tafeln und 5 Holzschnitten.)

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1882.

INHALT.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXXV. Band. I. Heft.

DRITTE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie, und theoretischen Medicin.

I. SITZUNG VOM 5. JÄNNER 1882.

Herr Hofrath M. A. Ritter v. Becker in Wien übermittelt im Auftrage Seiner kaiserlichen Hoheit des durchlauchtigsten Herrn Erzherzogs Leopold eine mit Höchstdessen Unterstützung bearbeitete Monographie: „Hernstein in Niederösterreich." (Album und I. Theil: „Über die geologischen Verhältnisse.")

Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. L. Boltzmann in Graz übersendet eine Abhandlung des Herrn Prof. Albert v. Ettingshausen, betitelt: „Bestimmungen der Diamagnetisirungszahl des metallischen Wismuths in absolutem Masse."

Der Secretär legt eine Abhandlung des Herrn Otto Schier, Bürgerschul-Fachlehrer in Brünn: „Über Potenzsummen rationaler Zahlen" vor.

Das w. M. Herr Director Dr. J. Hann überreicht eine Abhandlung: „Über die Temperatur der südlichen Hemisphäre."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académia de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana Anales. Entrega 207 u. 208. Tomo XVIII. Octubre e Noviembre 15. Habana, 1881; 8°.

— das Sciencias de Lisboa: Memorias. Nova serie Tomo V parte II. Lisboa 1878; 4°. Tomo VI, Parte I (Volume XLVI da Collecçao). Lisboa, 1881; 4°.

— — Sessão publica em 9de Junho de 1880. Lisboa, 1880; 8°.

— Conferencias celebradas. Quarta Conferencia. Lisboa, 1880; 8°.

— — Elementos de Histologia geral e Histophysiologia por Eduardo Augusto Motta. Lisboa, 1880; 8°.

— — Jornal de sciencias mathematicas physicas e naturales. Nos. XXV, XXVI, XXVII, XXIX. Lisboa, 1879 u. 1880; 8°.

— Determinaçao dos eixos da sombra ou projecção obliqua

de um circulo por Luiz Porfirio da Motta Pegado. Lisboa; 8°. — Algumas notas ao Roteiro da viagem da India por D. João de Castro. Lisboa, 1880; 8°.

Académie de Médecine: Bulletin. 45ᵉ année, 2ᵉ série. Tome X, Nrs. 49—51. Paris, 1881; 8°.

— Royale de Copenhague: Oversigt over det Forhandlingar og dets Medlemmers Arbejder i Aret 1881. Kjøbenhavn, 1881; 8°.

— — Mémoires. 6ᵉ série. Vol. I. Nro. 3 et 4. Kjøbenhavn, 1881; 4°. Vol. II. Nos. 1 et 2. Kjøbenhavn, 1881; 4°.

Annales des Mines: 7ᵉ série. Tome XIX. 3ᵉ et 4ᵉ livraisons de 1881. Paris; 8°.

Apotheker-Verein, allgemeiner österreichischer: Zeitschrift nebst Anzeigen-Blatt. XIX. Jahrgang, Nr. 35 u. 36. Wien, 1881; 8°. XX. Jahrgang, Nr. 1. Wien, 1882; 8°.

Bibliothèque universelle: Archives des sciences physiques et naturelles. 3ᵉ Période. Tome VI. Nr. 11. Genève, Lausanne, Paris, 1881; 8°. — Compte rendu des travaux. Octobre 1880. Genève, Paris Lausanne, 1880; 8°.

Cameron, J. F.: Aerial Navigation. New-York, 1881; 8°.

Central-Commission, k. k. statistische: Statisches Jahrbuch für das Jahr 1880. XI. Heft. Wien, 1881; 8°.

— — Nachrichten über Industrie, Handel und Verkehr. XXII. Band 4. u. 5. Heft. Wien, 1881; 4°.

— — Ausweise über den auswärtigen Handel der österreichisch-ungarischen Monarchie im Jahre 1880. XXXXI. Jahrgang, V. Abtheilung. Wien, 1881; 4°.

Chemiker-Zeitung; Central-Organ. Jahrgang V. Nr. 51—54. Cöthen, 1881; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome XCIII. Nrs. 23—25. Paris, 1881; 4°.

Elektrotechnischer Verein: Elektrotechnische Zeitschrift. II. Jahrgang 1881. Heft XII. December. Berlin; 4°.

Gesellschaft, deutsche chemische: Berichte. XIV. Jahrgang Nr. 18. Berlin, 1881; 8°.

Gewerbe-Verein, nied.-österr.: Wochenschrift. XLII. Jahrgang Nr. 50—52. Wien, 1881; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift, VI. Jahrgang, Nr. 50—52. Wien, 1881; 4°.

Journal für praktische Chemie. N. F. Band 24. Nr. 19, 20, 21 u. 22. Leipzig, 1881; 8°.

Landbote, der steirische: Organ für Landwirthschaft u. Landeskultur. XIV. Jahrgang. Nr. 15—24. Graz, 1881; 4°.

Mittheilungen aus Justus Perthe's geographischer Anstalt, von Dr. A. Petermann. XXVII. Band, 1881. XII. Gotha, 1881; 4°.

Moniteur scientifique du Docteur Quesneville: Journal mensuel XXV° année de Publication, 3° série. Tome XI, 480° livraison. — Décembre 1881. Paris; 4°.

Nature. Vol. XXV, Nrs. 632, 634 u. 635. London, 1881; 8°.

Observatory, The: A monthly Review of Astronomy. Nr. 54, 55 u. 56. London, 1881; 8°.

— the Royal at Greenwich: The nautical Almanac and Astronomical Ephemeris for the year 1881. London, 1881; 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1881. XXXI. Band Nr. 2 u. 3 April—September. Wien, 1881; 8°.

Societas pro Fauna et Flora fennica: Meddelanden. 6., 7. u. 8. Háftet. Helsingfors, 1881; 8°.

Société mathématique de France: Bulletin. Tome IX, Nr. 4. Paris, 1881; 8°.

Society the Royal astronomical: Monthly Notices, Vol. XLII. Nr. 1. November, 1881. London; 8°.

— the Royal microscopical: Journal. Ser. II. Vol. 1. Part. 6. December 1881. London; 8°.

— the Royal geological of Ireland: Journal. Vol. XVI; Part. I. 1880—81. London, Dublin, Edinburgh 1881; 8°.

Verein, entomologischer in Berlin: Berliner Entomologische Zeitschrift. XXV. Band, 2. Heft. Berlin, 1881; 8°.

— physikalischer zu Frankfurt am Main: Jahresbericht für das Rechnungsjahr 1879—80. Frankfurt a. M., 1880; 8°.

— militär-wissenschaftlicher, in Wien: Organ. XXIII. Bande 4. Heft. Wien, 1881; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift XXXI. Jahrgang. Nr. 51 bis 53. Wien, 1881; 4°.

Wissenschaftlicher Club in Wien: Monatsblätter. III. Jahrgang Nr. 2 u. 3. Wien, 1881; 8°.

II. SITZUNG VOM 12. JÄNNER 1882.

Das w. M. Herr Regierungsrath Prof. E. Mach in Prag übersendet eine Mittheilung: „Bemerkung über die Grundbegriffe der Elektrostatik“.

Das c. M. Herr Director C. Hornstein übersendet eine Abhandlung des Herrn Dr. G. Gruss, Adjuncten der Prager Sternwarte, betitelt: „Bahnbestimmung des Kometen V, 1877.“

Der Secretär legt eine Abhandlung des Herrn Prof. C. Pelz an der technischen Hochschule in Graz, betitelt: „Zum Normalenproblem der Kegelschnitte“ vor.

Der Secretär überreicht eine von Herrn Dr. J. Haubner, Assistenten am physikalischen Institute der Wiener Universität, verfasste Abhandlung: „Über die stationäre Strömung der Elektricität in flächenförmigen Leitern.“

Der Artillerie-Hauptmann Albert v. Obermayer in Wien überreicht eine Abhandlung: „Versuche über Diffusion von Gasen.“ (I. Abhandlung.)

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie de Médecine: Bulletin. 2ᵉ sérié, 45ᵉ année. Tome X, Nr. 52. Paris, 1881; 8⁰.

Accademia, R. delle Scienze di Torino: Atti. Vol. XVI., Disp. 7ᵃ. (Guigno 1881) Torino; 8⁰.

Akademie der Wissenschaften, königl. Preussische zu Berlin. Monatsbericht, November 1881. Berlin, 1881; 8⁰.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et Documents. 1ʳᵉ année, 6ᵉ série, 11ᵉ cahier. 1881. Novembre. Paris; 8⁰.

Archiv für Mathematik und Physik. LXVII. Theil, 3. Heft. Leipzig, 1881; 8⁰.

— for Mathematik og Naturvidenskab; Separataftryk: Lofoten og Vesteraalen af Karl Pettersen. Kristiania, 1881; 8⁰.

Archivio per le Scienze mediche. Volume V, Fascicolo 3°. Torino e Roma, 1881; 8°.

Central-Station, königliche meteorologische: Beobachtungen der meteorologischen Stationen im Königreich Bayern. Jahrgang III. 1881. Heft 3. München; 4°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang VI. Nr. 1. Cöthen, 1882; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome XCIII. Nr. 26. Paris, 1881; 4°. — Tables des Comptes rendus. 1er semestre 1881. Tome XCII. 4°.

Gesellschaft, physikalisch-chemische: Journal. Tome XIII. 8°. Lieferung. St. Petersburg, 1881; 8°.

— königl. ungar. naturwissenschaftliche, in Budapest: A Föld; irta Elisée Reclus. II Az Óczeán. — A Légkör. — Az Élet; forditották Király Pál és Révész Samu. Budapest, 1880; 8°.

— — Népszerü egészségtan, irta Dr. Erismann Frigyes; forditotta Dr. Imre József. Budapest, 1880; 8°. — Az Anthropologia kézi-könyve; forditották Pethö Gyula és Török Aurél. Budapest, 1881; 8°. — Monographie der Anguilluliden von Dr. Ladislaus Örley. Budapest, 1880; 8°. — Népszerü természettudományi elöadások gyüjteménye III. Band. Budapest, 1880; 8°. — IV. Band. Budapest 1881; 8°. — Magyarország vasércz-fekhelyei. Maderspach Livius. Budapest, 1880; 4°. — Beiträge zur Kenntniss der erdmagnetischen Verhältnisse in den Ländern der ungarischen Krone; verfasst von Dr. Guido Schenzl. Budapest, 1881; 4°. — Ungarns Spinnenfauna, verfasst von Otto Hermann II. Band: Das System. Budapest, 1878; 4°.

Gibson, George A. M. D. D. Sc. Edin., F. R. S. E.: The action of Duboisia on the Circulation. Edinburgh, 1881; 8°.

Institute, the Anthropological of Great Britain and Ireland The Journal Nr. XI. Nos. 1 u. 2. London, 1881; 8°.

Johns Hopkins University: American Journal of Mathematics. Vol. IV. Number 1. Baltimore, 1881; 4°.

Journal the American of Science. 3d series, Vol. XXII. — (Whole number CXXII) Nr. 132, December, 1881. New-Haven, 1881; 8°.

Local Government Board: Ninth annual report 1879—80. Supplement containing report and papers submitted by the medical officer on the Recent progress of Levantine Plague and on Quarantaine in the Red Sea. London, 1881; 8°.

Moniteur scientifique du Docteur Quesneville: Journal mensuel. XXVI[e] année de publication; 3[e] série, tome XII, 481[e] livraison. Janvier 1882. Paris; 8°.

Museum-Verein in Bregenz: XX. Rechenschaftsbericht über den Vereinsjahrgang 1880. Bregenz; 8°.

Nature. Vol. XXV. Nr. 636. London, 1881; 8°.

Nuovo Cimento, il: 3[a] serie, Tomo X. Settembre, Ottobre e Novembre 1881. Pisa; 8°.

Observatory, the: A monthly review of Astronomy. No. 57. January, 1882. London; 8°.

Osservatorio centrale del Real Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bollettino mensuale. Ser. II. Vol. I. Num. 8. Torino, 1881; 4°.

— Reale di Brera in Milano: Publicazioni. Nr. XIX. Milano, Napoli, Pisa, 1881; 4°.

Plantamour, E.: Resumé météorologique de l'année 1880 pour Genève et le Grand Saint-Bernard. Genève, 1881; 8°.

Regel, E.: Descriptiones plantarum novarum et minus cognitarum. Fasciculus VIII. Petropoli, 1881; 8°.

Rostock, Universität: Akademische Schriften aus dem Jahre 1880—1881. 26 Stücke; 8°.

Société géologique de Belgique: Annales. Tome VII. 1879—80. Berlin, Liège, Paris, 1879—81; 8°.

Stanley, W.M. Ford: Experimental Researches into the properties and motions of Fluids. London, 1881; 8°.

Tromsø Museums Aarshefter. II. u. III. Tromsø 1879 u. 1880; 8°.

Turner, A.: Die Kraft und Materie im Raume. II. Auflage. Frankfurt a/M., 1882; 8°.

Verein, naturhistorisch-medicinischer zu Heidelberg: Verhandlungen, N. F. III. Band, 1. Heft. Heidelberg, 1881; 8°.

Zeitschrift für Instrumentenkunde: Organ. I. Jahrgang 1881. 4. bis 12. Heft. Berlin, 1881; 4°.

Über den Bau der Nervenfasern und Nervenzellen beim Flusskrebs.

Von Dr. **Sigm. Freud.**

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 15. December 1881.)

I.

Die im Folgenden mitgetheilten Beobachtungen sind in den Sommermonaten der Jahre 1879 und 1881 in der Absicht angestellt worden, die Kenntniss der feineren Structur des Nervengewebes durch Untersuchung frischer, wo möglich überlebender, Elemente zu fördern. Da die Lösung dieser Aufgabe bei Wirbelthieren auf allzugrosse Schwierigkeiten stösst, wandte ich mich im Vertrauen auf die allgemeine Bedeutsamkeit der Resultate an die Wirbellosen und wählte aus den mir leichter zugänglichen Objecten den Flusskrebs, bei welchem Thiere die Grösse und der lockere Zusammenhang der Elementartheile, sowie das reichliche Vorhandensein einer wahrscheinlich unschädlichen Zusatzflüssigkeit im Blute die Untersuchung zu erleichtern versprachen.

Von vielen Autoren wird die Untersuchung des frischen Nervengewebes wirbelloser Thiere als besonders schwierig und deren Ergebnisse als unbefriedigende bezeichnet. Es ist nicht nur bisher misslungen, einen einheitlichen Bau der Nervenfasern und Nervenzellen bei den verschiedenen Thierclassen zu erkennen; selbst von einem und demselben Object haben verschiedene Untersucher, die sich der erwähnten Methode bedienten, ganz abweichende Beschreibungen gegeben.

Auf vielen Seiten ist desshalb die Anwendung von Reagentien, insbesondere der Überosmiumsäure, welche im Rufe steht, feine Structurverhältnisse unverändert zu erhalten, vorgezogen worden. Doch ist es selbstverständlich, dass die Untersuchung im

frischen Zustande allein über den Werth oder Unwerth der durch Reagentien erhaltenen Bilder entscheiden kann, wenn man sich nur gegenwärtig hält, dass eine dem lebenden Thier entnommene Zelle darum noch keine überlebende sein muss. Der mechanische Insult der isolirenden Nadeln und die chemische Einwirkung der zugesetzten Flüssigkeit können leicht die Vortheile der Untersuchung im frischen Zustande illusorisch machen.

Ich habe die Structur der Nervenzellen und Nervenfasern beim Flusskrebs hauptsächlich am frischen Gewebe studirt und halte mich zur Behauptung berechtigt, dass ich überlebende Elementartheile gesehen habe. Ich habe unter günstigen Umständen Bilder erhalten, welche von den Darstellungen der meisten Autoren sehr bedeutend abwichen und einige Eigenthümlichkeiten zeigten, die nur lebenden Elementen zugesprochen werden können. Unter dem Einflusse von Druck, Eintrocknung u. s. w., oder anscheinend spontan nach längerer Beobachtung schwanden diese für den überlebenden Zustand charakteristischen Bilder und die Elementartheile boten das oft von anderen Untersuchern beschriebene Ansehen dar. Ich habe ferner erfahren, dass einige der Structurverhältnisse, welche man an überlebenden Elementen sieht, sehr vergänglich sind und durch die gebräuchlichen Reagentien nicht erhalten werden; andere überdauern das Ableben der Zellen und Fasern um viele Stunden und können auch nach Behandlung mit Reagentien erkannt werden; letztere sind auch in der That an so behandelten Präparaten oftmals gesehen worden.

Um überlebender Zellen und Fasern ansichtig zu werden, ist es vortheilhaft, keine vollständige Isolirung der Elemente anzustreben, sondern sich mit der Beobachtung durch eine möglichst dünne Schichte des umliegenden Gewebes zu begnügen. Man ist dann gehindert, stärkere Hartnack'sche Linsen als die Tauchlinse Nr. X anzuwenden; aber die Grösse der Elemente gestattet es, auch bei Hartnack 8 vollkommen klare und ausreichende Beobachtungen anzustellen. Bei gutem Licht kann man auch wohl einen ganzen Commissuren- oder Nervenstrang unter das Mikroskop bringen, um die oberflächlichen Fasern desselben mit grösster Deutlichkeit zu beobachten. Als Zusatzflüssigkeit

gebraucht man am besten das erste aus der Wunde des Panzers hervorquellende Blut; die Flüssigkeit, welche man aus den abgeschnittenen Extremitäten des Thieres herausdrückt, ist in der Regel allzureich an zelligen Elementen, welche sowohl die Arbeit der Isolirnadeln als auch die Deutlichkeit des Bildes beeinträchtigen.

Die Gerinnung des Blutes unter dem Deckgläschen macht nach längstens 15 Minuten der Beobachtung ein Ende. Auch wenn man mit möglichster Vorsicht unter solchen Cautelen untersucht, gelingt es nicht, lauter unveränderte Elemente zu erhalten. Erst durch lange Zeit fortgesetzte Arbeit bin ich dazu gelangt, die für die Erkenntniss der Structur im frischen Zustande wichtigen Bilder jedesmal zu sehen.

Ich gedenke nun, zunächst über die Structur der Nervenfasern, dann über die der Nervenzellen zu berichten und in einem letzten Abschnitte einige Bemerkungen allgemeinerer Natur anzufügen.

II.

Alle Beobachtungen stimmen darin überein, dass die Nervenfasern, welche in den Ganglien, in den von ihnen abgehenden Nerven und in den Commissuren zwischen ihnen liegen, Röhren sind, die eine dünne, sehr elastische, mit zahlreichen Kernen besetzte Wandung haben und grosse Unterschiede des Kalibers darbieten. Den Inhalt dieser Nervenröhren beschrieb Helmholtz[1] im Jahre 1842 als durchsichtige, flüssige Masse. Schon im nächsten Jahre entdeckte Remak[2] im Inneren der weitesten Röhren, welche einen Durchmesser von 0·1 Mm. und darüber (Haeckel) erreichen, ein seither oftmals bestätigtes und viel umstrittenes Bündel zarter, wellig verlaufender Fibrillen. An den feineren Röhren vermisste er dieses centrale Fibrillenbündel. Er fand sie „entweder wasserhell oder mit feinkörnigem Inhalte, der nur zuweilen eine Andeutung von zerstörten Längsfäden zeigt.“ Er

---

[1] Helmholtz, De fabrica systematis nervosi evertebratorum. Diss. Berolini, 1842.

[2] Remak, Über den Inhalt der Nervenprimitivröhren. Müller's Archiv, 1843.

knüpft daran die wichtige Bemerkung: „Wahrscheinlich ist es, dass das centrale Faserbündel zusammt dem gerinnbaren flüssigen Inhalt dem Axencylinder entspricht, wofür auch die von mir bemerkte Längsstreifung des letzteren sprechen würde.“

Im nächsten Jahre gab Remak[1] eine Abbildung des centralen Fibrillenbündels (Fig. 8 auf Taf. XII) und schöpfte aus einer noch später zu würdigenden Beobachtung die Vermuthung, „dass auch die dünneren Röhren einen fasrigen Inhalt haben, welcher nur der grösseren Zartheit wegen leichter in eine pulvrige Masse zerfällt.“

Haeckel, der in seiner Dissertation[2] den Inhalt der Nervenfasern als „aquae instar plane pellucidum ac homogeneum“ beschreibt, tritt in seiner Abhandlung in Müller's Archiv über denselben Gegenstand[3] sowohl den Beobachtungen als auch den Vermuthungen Remak's bei. „Der Inhalt der Nervenröhren“, heisst es daselbst, „ist eine homogene, eiweissartige, halbflüssige Masse.“ Das von Remak entdeckte, von Reichert bestrittene Fibrillenbündel hat er nach langem Suchen beim Flusskrebs und bei anderen Crustaceen wiedergefunden und glaubt auch an feineren Röhren zuweilen eine Spur eines nur noch zarteren und durchsichtigeren Centralbündels gesehen zu haben. Er glaubt ebenfalls, „dass dasselbe Gebilde auch bei den feineren Bauchmarksröhren (unter $^1/_{60}$''') sowie bei den peripheren Nerven vorkommt.“ „Bisher war freilich“, fährt er fort, „alle Mühe, dasselbe hier zu sehen, vergeblich. Indess darf man doch vielleicht mit Remak annehmen, dass das centrale Faserbündel nur desshalb bei den peripherischen Röhren sich dem Blicke entzog, weil es bei diesen noch verhältnissmässig zarter ist.“ An einer anderen Stelle stimmt er Remak's Gleichstellung des centralen Bündels sammt der umgebenden Flüssigkeit mit dem Axencylinder der Wirbelthiere zu und sucht durch die Annahme des allgemeinen Vorkommens dieser Fibrillen ein besseres Verständniss der von ihm gefundenen Nervenfasertheilungen beim Flusskrebs zu gewinnen. Dabei

---

[1] Remak, Neurologische Erläuterungen. Müller's Archiv, 1844.
[2] Haeckel, De telis quibusdam astaci fluviatilis. Diss. Berolini, 1856.
[3] Haeckel, Über die Gewebe des Flusskrebses. Müller's Archiv, 1857.

gelangt er zu der seither vielfach wiederholten Auffassung, dass die „einzelnen Fasern des Axenbündels die wahren, letzten Formelemente der Nerven seien."

Von dieser Auffassung zeigt sich Waldeyer in seiner die Wirbelthiere wie die Wirbellosen umfassenden Abhandlung[1] so sehr durchdrungen, dass er nicht ausdrücklich erwähnt, den fibrillären Bau auch in den feineren Nervenfasern des Krebses gesehen zu haben. An anderen Stellen hebt er aber hervor, dass die Fibrillen bei *Astacus* „am stärksten und deutlichsten" sind. Demzufolge ist Waldeyer als der einzige zu nennen, der bisher Remak's Vermuthungen im weitesten Umfange durch Beobachtung bekräftigt hat.

Waldeyer gibt überdiess eine Erklärung für die Thatsache, dass das Aussehen der frischen Nervenfasern der Lehre von der fibrillären Structur derselben oft so wenig entspricht:

„Die Fibrillen erscheinen selten als gerade zarte Fäserchen, wie sie in der Abbildung Taf. IX Fig. 13 von *Dytiscus* gezeichnet sind. Der leiseste Druck, die kleinste Verschiebung knickt und biegt sie auf das Mannigfaltigste ein, so dass sie bei den gewöhnlichen Vergrösserungen von 300—600 immer ein leicht körniges Ansehen haben." (pag. 205.)

Diese grosse Hinfälligkeit der Fibrillen veranlasste Waldeyer auch dazu, eine Zwischensubstanz der Fibrillen zu bestreiten und die feinkörnige Masse, welche er in den Nervenfasern sah, für die Reste zertrümmerter Fibrillen zu erklären.

Von den kolossalen Fasern meint er, er sähe keinen Grund, ihnen eine besondere Stellung anzuweisen (wie es Leydig[2] gethan hatte), denn: „Einmal liegen sie mit den schmalen Fasern zerstreut in der gemeinsamen Scheide des Bauchstranges, dann erhalten sie, sobald sie durch ihre besonders häufigen Theilungen die Dicke der gewöhnlichen Fasern erreicht haben, ganz und gar das Aussehen der letzteren, und schliesslich findet man alle

---

[1] Waldeyer, Untersuchungen über den Ursprung und den Verlauf des Axencylinders bei Wirbellosen und Wirbelthieren etc. Zeitschrift für rationelle Medizin, XX. 1863.

[2] Leydig, Histologie des Menschen und der Thiere. 1857. — Zur Anatomie von Coccus hesperidum. Zeitschrift für wiss. Zoologie V. 1853.

möglichen Übergänge der Grösse und dem Aussehen nach zwischen den feineren und diesen colossalen Fasern."[1]

Die nun zu erwähnenden Autoren Leydig und Walter haben einerseits das Remak'sche Fibrillenbündel in den colossalen Fasern gesehen, anderseits konnten sie es in den feineren Fasern ebensowenig wie Remak auffinden, und indem sie es ablehnten, wie Haeckel auf Remak's Muthmassungen einzugehen, sind sie zur Aufstellung mehrerer Arten oder Formen von Nervenfasern für den Flusskrebs und die Wirbellosen überhaupt gelangt.

Leydig[2] ist geneigt, in den colossalen Fasern die Äquivalente der dunkelrandigen Nervenfasern zu erblicken, umsomehr, als er beim Krebs „allmälige Übergänge von den granulären Fibrillen in diese hellen und in den Extremen so breiten Röhren" wahrnahm.

Dass bei der Anerkennung solcher Übergänge auf das centrale Fibrillenbündel kein Gewicht gelegt wurde, geht auch aus der Bemerkung Leydig's hervor,[3] er habe diese colossalen Fasern auch bei anderen Anthropoden, z. B. *Lampyris splendidula* wiedergefunden; dort vermisse er aber die centrale Masse, indem sie gleichmässig hell aussehen.

In ganz ähnlicher Weise sagt Walter:[4]

„Auch ich konnte deutlich Übergangsformen von den schmalen, aber mit einer kernhaltigen Membran versehenen, granulären Fibrillen in diese hellen breiten Röhren beobachten."

Ferner: „Die breiteren kernhaltigen Fasern, deren stark lichtbrechende Kerne eine Länge von 0·0018''' besitzen, scheinen einen homogenen Inhalt zu haben, welcher aber bei Anwendung schwacher Lösung chromsauren Kali's wieder in feinste Fasern zerfällt . . . . "

Die übrigen Beobachter konnten wiederum eine einheitliche Auffassung der Nervenfasern bevorzugen, da sie das Remak'sche Fibrillenbündel entweder überhaupt nicht sahen oder es für ein

---

[1] l. c. pag. 207.

[2] Leydig, Histologie 1857, pag. 59.

[3] Ebendaselbst.

[4] Walter, Mikroskopische Studien über das Central-Nervensystem wirbelloser Thiere. Bonn, 1863.

Product der Zerstörung oder Zersetzung des Faserinhaltes erklärten.

So Hannover:[1] „Le contenu du tube pâle est fort clair, d'un granuleux fin et en quelque sorte nébuleux.“

Owsjannikow:[2] „Ces fibres au contraire prises sur l'animal vivant et humectées tout de suite avec de l'eau montrent dans leur milieu une substance grise granulée, qui rapelle la structure de la moelle des nerfs des animaux vertébrés, ce qui a conduit Ehrenberg et Hannover à déclarer, que ces fibres ont une moelle.“ (pag. 135.)

Von den breiten Fasern sagt er, sie zeigten frisch eine Hülle und einen klaren und durchsichtigen Inhalt. „Mais, lorsque la préparation a été exposée à l'air pendant quelques minutes, on distingue dans ce contenu liquide des fibrilles extrêmement fines et en appuyant davantage sur le verre, elles se déplacent, se déchirent et se réduisent en une masse uniforme.“

Lemoine:[3] „Le contenu des tubes est transparent, à peine grenu dans quelques-uns d'entre eux. Il est semi-liquide ...... On ne voit rien au milieu de cette matière, qui rapelle le filament axile, même par l'emploi de réactifs appropriés.“

Gerade die letzten Untersucher der Nervenelemente des Flusskrebses sprechen sich entschieden gegen die fibrilläre Structur der Nervenfasern aus. So Yung in seinem kürzeren Aufsatze:[4] „Le contenu est semi-liquide, visqueux, toujours parfaitement clair et homogène. L'eau distillée et la plupart des réactifs y font apparaître des granulations décrites comme normales par les premiers observateurs.“

Und an anderer Stelle ...... „contrairement à l'opinion de Remak on n'y rencontre jamais des faisceaux fibrillaires qui puissent être homologuées avec le cylinder-axis des nerfs des

[1] Hannover, Recherches microscopiques sur le système nerveux. 1844.

[2] Owsjannikow, Recherches sur la structure intime du système nerveux des Crustacés etc. Annal. des scienc. naturell. 1861.

[3] Lemoine, Recherches pour servir à l'histoire des systèmes nerveux musculaire et glandulaire de l'écrevisse. Annal. des scienc. naturell. 1868.

[4] De la structure intime du système nerveux central des Crustacés décapodes. Compt. rend. T. 88. 1879.

vertébrés. La structure fibrillaire n'apparaît qu'après l'action des réactifs.“

In seiner ausführlichen Abhandlung[1] gibt er an, dass er einmal das von Remak beschriebene Fibrillenbündel gesehen habe. Er legt aber dieser Beobachtung keinen Werth bei; dagegen hat er sich überzeugt, dass der Inhalt der Nervenfasern mitunter auch im frischen Zustande granulirt ist:

„Leur portion interne (der colossalen Fasern) présente quelque-fois, même à l'état tout à fait frais, un espace nébuleux qui a déjà été mentionné par les anciens observateurs et particulièrement par Remak.“

..........„Nous ne croyons donc pas à la présence d'un véritable cylindre-axe dans aucun des tubes nerveux des Crustacés, mais il nous semble par contre indéniable, qu'il se présente chez quelques-uns un commencement de différenciation, qui s'accuse par un épaississement du protoplasma dans le centre du tube, épaississement dont l'aspect nébuleux est la conséquence.“

Krieger:[2] „Im Gegensatz zu vielen Autoren muss ich nach meinen Erfahrungen bestreiten, dass die starken, röhrigen Fasern sich aus Primitivfibrillen zusammensetzen. Ihr Inhalt lässt nämlich im vollkommen frischen Zustande nicht die geringste Spur einer Streifung erkennen, sondern ist vollkommen homogen, hell und dickflüssig, wie dies schon ältere Autoren, wie Helmholtz und Haeckel richtig angeben und wie dies in neuerer Zeit Yung bestätigt hat. (pag. 12.)

Ferner: „Unter den Fasern der Längscommissuren zeichnen sich jederseits zwei vor allen übrigen durch ihre Grösse aus. Es sind dies die sogenannten colossalen Nervenfasern. In ihnen entdeckte Remak ein Bündel von feinen Fasern, welches von den meisten späteren Beobachtern wiedergefunden und als ein dem Achsencylinder der Wirbelthiernervenfaser homologes Primitivfibrillenbündel aufgefasst wurde. Auch ich habe dasselbe gesehen, aber stets nur an solchen Fasern, welche in Zersetzung übergingen

---

[1] Yung, Recherches sur la structure intime et les fonctions du système nerveux central chez les Crustacés décapodes. Archive de zool. expérim. VII.

[2] Krieger, Über das Centralnervensystem des Flusskrebses. Dissert. Leipzig, 1879.

und kann daher nicht umhin, es für ein bei der Zersetzung entstehendes Gerinnungsproduct zu erklären. ....
..........Hat man das Präparat einem eben getödteten oder lebenden Thiere entnommen und sich bei der Präparation möglichst beeilt, so wird zunächst der Inhalt auch der colossalen Nervenfasern vollkommen klar und homogen erscheinen. Doch schon nach Verlauf von einer bis fünf Minuten ändert sich das Bild. In der Mitte der Faser tritt ein zunächst feinkörniger Streif auf, dessen Durchmesser etwa ein Viertel so gross ist als der der ganzen Faser und wenig später gewahrt man in diesem Streif zunächst noch sehr undeutlich gerade, längs verlaufende, äusserst feine Linien, die mit der Zeit etwas deutlicher werden, aber immer etwas blass bleiben. Noch später beginnt der Streif, der also jetzt als Fibrillenbündel erscheint, sich ganz allmälig in Form einer Schlangenlinie zu krümmen."

Er beschreibt sodann die weiteren Veränderungen dieses „Fibrillenbündels" und gelangt zum Schluss, dass Fibrillen in demselben gar nicht vorhanden sind, sondern dass die erwähnten Bilder durch Flüssigkeiten von verschiedener Dichtigkeit, in welche der Inhalt zerfallen ist, und die in dünnen Lagen neben einander liegen, vorgetäuscht werden. (pag. 14.)

Endlich ist anzuführen, dass in dem ausgezeichneten Buche von Huxley[1] über den Krebs, welches seiner Anlage nach zur Verbreitung ganz gesicherter Kenntnisse bestimmt ist, sich folgende Angabe über die Structur der Nervenfasern findet.

„In vollständig frischem Zustande ist der Inhalt der Röhren ganz durchsichtig und ohne die geringste Andeutung einer Structur, und aus der Art und Weise, wie der Inhalt aus den abgeschnittenen Enden der Röhren hervorquillt, kann man entnehmen, dass derselbe aus einer Flüssigkeit von gallertartiger Consistenz besteht. Wenn die Faser abstirbt unter dem Einflusse von Wasser und vielen chemischen Reagentien zerfällt der Inhalt in Kügelchen oder wird trübe und feinkörnig." (pag. 160.)

---

[1] Huxley, Der Krebs. XLVIII. Band der internationalen wissenschaftlichen Bibliothek, 1881.

Schon an den ersten Präparaten von Nervenfasern des Flusskrebses, welche ich in Krebsblut untersuchte, sah ich das von Remak entdeckte Fibrillenbündel in den hellen breiten Röhren und überdiess feine, offenbar im Inneren der Faser enthaltene Fibrillen in manchen minder breiten, gewöhnlich als „granulär“ beschriebenen Elementen. Ein anderer Theil der Fasern zeigte Körnchen, Stäbchen und Bröckel, welche ich als Zerfallsproducte feiner Fibrillen deuten musste, da oftmals in derselben Faser an einer Stelle deutliche Fibrillen, an anderen Stellen noch in Längsreihen angeordnete Körnchen zu sehen waren. Aber ein Theil der Fasern erschien homogen und ich überzeugte mich bald, dass das homogene wie das fibrilläre Ansehen weder an bestimmte Arten von Fasern, noch an bestimmte Localitäten in den Ganglien und Nervensträngen geknüpft sei. Vielmehr ergab es sich, dass in ganz regelloser Weise die einander dem Ort und dem Kaliber nach entsprechenden Fasern an verschiedenen Präparaten bald fibrillär, bald granulirt oder homogen erschienen. Selbst in den colossalen Fasern war oft keine Spur des Fibrillenbündels zu entdecken. Dagegen erhielt ich Präparate, in denen sich alle Fasern granulirt oder selbst homogen zeigten. Da mit der Beobachtung, dass gelegentlich in manchen Nervenfasern Fibrillen sichtbar werden, eine Lösung der hier in Betracht kommenden Frage nicht gewonnen war, musste ich einerseits nach den Bedingungen, unter welchen sich Fibrillen in allen Fasern zeigen, anderseits nach dem Grunde, wesshalb sie so oft nicht aufzufinden sind, suchen. Dass die so scharf und regelmässig gezeichneten Fibrillen durch die Zersetzung in einer homogenen oder körnigen Masse entstehen, war mir von Anfang an unwahrscheinlich; doch habe ich eine Zeit lang auch diese Möglichkeit in Betracht gezogen.

Endlich gelang es mir, unter günstigen Umständen Präparate zu erhalten, an welchen alle Nervenfasern als fibrillär zu erkennen waren. Die Fibrillen verlaufen in solchen als frisch oder überlebend zu bezeichnenden Nerven nicht wellig, wie Remak[1] das Fibrillenbündel der colossalen Fasern gezeichnet hat, sondern

---

[1] Remak, Neurologische Erläuterungen. Müller's Archiv, Taf. XII, Fig. 8. .

geradlinig und vollkommen isolirt von einander. Varicositäten an denselben oder Körnchen in der Zwischensubstanz zwischen ihnen kommen in den frischen Fasern nicht vor. Dietl[1] hat angegeben, dass die Primitivfibrillen in den Nervenfasern der Evertebraten während ihres Verlaufes zahlreiche Anastomosen eingehen und so einen feingenetzten Strang darstellen. Aber Dietl schliesst aus dem Ansehen der Nervenfasern nach Behandlung mit Reagentien, vorzugsweise Überosmiumsäure, auf deren Verhalten im Leben und die Untersuchung frischer Nervenfasern ist ohne Zweifel massgebender. Ferner muss ich gegen Owsjannikow's und Krieger's bereits erwähnte Angaben hervorheben, dass die Fibrillen allsogleich und nicht erst nach längerem Zuwarten hervortreten, so dass kein Grund bleibt, an ihrer Präexistenz zu zweifeln.

Natürlich sind nur die im Object oberflächlich liegenden Fasern einer überzeugenden Untersuchung zugänglich, doch wird es dem geübten Auge nicht schwer, die Fibrillen auch in tieferen Schichten aufzufinden. Eine Verwechslung derselben mit den Bindegewebsfasern zwischen den Nervenröhren ist nicht zu besorgen. Man kann auf verschiedene Weisen feststellen, dass die Fibrillen dem Inhalte und nicht etwa der Wandung der Nervenröhren angehören. Die Analogie mit dem weit von der Wand abliegenden Fibrillenbündel der colossalen Fasern ist der nächstliegende Beweis dafür; doch erlaubt die Grösse vieler Nervenröhren und die Kennzeichnung der Niveaus der Wandung durch zahlreiche längliche Kerne die Lagerung der Fibrillen im Inneren der Faser in directer Weise mit der Stellschraube zu ermitteln. Ferner zeigt der Querschnitt oder die Umbiegung einer Faserschlinge deutlich das Bild distincter, im Lumen des Rohres befindlicher Punkte, welche sich bei anderer Einstellung zu Fäden verlängern. (Solche oberflächliche Faserschlingen kommen zahlreich in den unversehrten Ganglien von *Squilla mantis*, die ich mehrmals zu untersuchen Gelegenheit hatte, zur Beobachtung.) Endlich sind die Veränderungen, welche in den frischen Nerven während der Untersuchung vor sich gehen, für den zu erbringenden

[1] Dietl, Die Gewebselemente des Centralnervensystems bei wirbellosen Thieren pag. 17. (Sep. Abdruck aus den Berichten des naturw. medic. Vereins in Innsbruck. 1878.)

Beweis verwerthbar. In den schmaleren Fasern werden die Fibrillen oft varicös, zerfallen dann in dicke Stäbchen, die zuerst noch die Anordnung in Längsreihen beibehalten und gehen dann in kleinere und grössere Klümpchen über, welche mitunter lebhafte Brown'sche Bewegung zeigen. Die Fibrillen der colossalen Fasern biegen sich mitunter derart zusammen, dass an einer Stelle der Fasern ein Knäuel von in Körnchen zerfallenden Fäden zu liegen kommt, während an anderen Stellen die Faser homogen erscheint. Viele Bilder, welche der zersetzte Inhalt der Nervenfaser ausser den hier erwähnten zeigt, sind schon von Haeckel treffend beschrieben worden.

Um die frischen Nervenfasern, welche ich in ganz übereinstimmender Weise beim Flusskrebs wie beim Hummer gesehen habe, in möglichst grosser Zahl zu erhalten, muss man das Object einem noch lebhaften Thiere entnehmen und mit ganz besonderer Vorsicht und Schonung präpariren. Es ist zu empfehlen, längere Stücke der Commissuren oder ein ganzes Ganglion unter das Mikroskop zu bringen, denn ich habe gefunden, dass das Eindringen des Krebsblutes von der Schnittstelle aus hinreicht, die feine Structur der Nervenfasern zu zerstören. Man kann oft sehen, dass die nämliche Faser, welche in dem grösseren Theil ihrer Strecke bis zum Eintritt ins Ganglion noch geradlinige Fibrillen zeigt, an der Schnittstelle und ein Stückchen nach aufwärts davon nur mehr Körner und unregelmässige Klumpen enthält. Auch ist es Regel, dass nur das erste Ganglion, das man dem lebenden Thiere entnimmt, alle Fasern in dem Zustande zeigt, welchen ich als den frischen beschrieben habe. Das zweite, einige Minuten später herauspräparirte lässt nur wenige unveränderte Fasern erkennen; die später untersuchten Ganglien und Nervenstücke vielleicht blos homogene oder granulirte Elemente. Demnach wäre auch das Krebsblut nicht als absolut unschädliche Zusatzflüssigkeit zu bezeichnen. Es wird bei dieser ungemein grossen Zerstörbarkeit der Nervenfasern begreiflich, dass man bei jeder Präparation einigermassen auf den Zufall angewiesen ist, um ausschliesslich unveränderte Elemente zu Gesichte zu bekommen. Doch habe ich jedesmal, wenn meine Ueberzeugung durch eine Reihe von missglückten Präparaten erschüttert worden war, durch einen erneuerten Versuch unter günstigeren Bedingungen

mich immer wieder von dem Vorhandensein der beschriebenen Structurverhältnisse versichern können.

Die grosse Hinfälligkeit der Fibrillen in den Nervenfasern erklärt hinreichend die ungenügenden Beobachtungen der Autoren sowie das granulirte Aussehen der Nervenfasern nach Behandlung mit Reagentien. Doch verhalten sich nicht alle Nervenfasern oder alle Stellen derselben Faser in dieser Hinsicht gleich. An dem als Ausläufer beschriebenen Übergangsstücke zwischen Nervenzelle und Faser ist die fibrilläre Structur in hohem Grade haltbar. Wenn man an einem Ganglion keine einzige fibrilläre Faser mehr erblicken kann, reicht gewöhnlich ein gelinder Druck hin, um der noch deutlich fibrillären Zellfortsätze ansichtig zu werden. Auch wenn man erst 24 Stunden nach dem Tode des Thieres untersucht, sind die feinen Fibrillen der Zellfortsätze oder Anfangsstücke der Fasern gut zu erkennen. Dieselben überdauern auch die Einwirkung von Reagentien und sind an Überosmium- und Chromsäurepräparaten mehreren Autoren, so zuletzt Krieger,[1] aufgefallen.

Wenn man aber mit Rücksicht auf den Widerspruch der meisten neueren Autoren (Leydig, Waldeyer, Dietl etc.) mit Ausnahme von Claus[2] die Nervenfaser der Bauchganglienkette nicht als unmittelbare Fortsetzungen der Nervenzellausläufer gelten lassen will, so ist auf ein anderes Object zu verweisen, an dem die fibrilläre Structur der Nervenfasern sich viel widerstandsfähiger zeigt und demgemäss leichter zu bestätigen ist. Es sind dies die Fasern der sympathischen, den Magen umspinnenden Geflechte, welche besonders in einem spindelförmigen, dem Magen aufliegenden Ganglion sich mit grosser Sicherheit zu Zellen verfolgen lassen.[3] (Ganglion *e* in Fig. 1 und 2 auf Brandt's Taf. IV.) Diese von einer dicken Scheide umgebene und im frischen Zustande förmlich, wie Haeckel[4] beschreibt, „aus dem Bindegewebe hervorleuchtenden Fasern" zeigen die fibrilläre Structur

---

[1] l. c. pag. 9.

[2] Claus, Der Organismus der Phronimiden. Arbeiten des zool. Instituts zu Wien. Tom. II.

[3] J. F. Brandt, Remarques sur les nerfs stomato-gastriques etc. Annal. des scienc. naturell. 1836.

[4] l. c. pag. 11.

aufs Schönste und werden, vielleicht wegen der leichteren Präparation, vielleicht auch in Folge ihrer dickeren Hüllen häufiger als die Fasern des Bauchmarks unversehrt erhalten. (Fig. 3.)

Ich darf nicht versäumen hervorzuheben, dass ausser den Fibrillen ein anderer von allen Beschreibern ausser Waldeyer anerkannter Bestandtheil im Inhalt der Nervenfasern zu sehen ist. Da jede einzelne Fibrille von den anderen isolirt erscheint, muss man eine homogene Substanz annehmen, welche die Zwischenräume zwischen den einzelnen Fibrillen und zwischen der Fibrillenmasse und der Scheide ausfüllt. In den Zellfortsätzen ist diese Substanz mächtiger und drängt die Fibrillen auseinander; ich werde zeigen, dass sie sich mit etwas veränderten Eigenschaften in den Zellleib fortsetzt. Das helle Aussehen der colossalen und einiger minder breiten Nervenfasern ist meiner Ansicht nach ebenfalls nur durch Anhäufung dieser Substanz zwischen Scheide und Fibrillenbündel verursacht. Leydig[1] möchte die helle Substanz der colossalen Fasern dem Mark in den Nervenfasern der Wirbelthiere gleichstellen, aber beide Substanzen treffen in keiner Eigenthümlichkeit zusammen. Die homogene Masse der colossalen Fasern ist wenig glänzend, schwärzt sich nicht auffällig mit Überosmiumsäure und ist durch nichts vom Fibrillenbündel geschieden, steht vielmehr mit der Substanz zwischen den einzelnen Fibrillen in unmittelbarem Zusammenhange, und ich möchte sie als identisch mit derselben auffassen. Ich muss also Waldeyer[2] zustimmen, dass die colossalen Nervenfasern nicht als besondere Fasergattung aufzustellen sind und kann mit Remak nur die homogene Masse zusammt dem Fibrilleninhalt dem Axencylinder der Wirbelthiere gleichstellen. Wesshalb die Zwischensubstanz in den colossalen Fasern in so grosser Menge auftritt, lässt sich wohl so lange nicht verstehen, als nicht das Verhalten der letzteren zu den Nervenzellen erkannt ist.

Der Inhalt der Nervenfasern des Flusskrebses, und zwar sowohl der Fasern des Centralorgans als der peripheren Nerven und der sympathischen Geflechte, besteht also aus geradlinigen,

---

[1] Histologie pag. 59 und Zur Anatomie von Coccus hesperidum, Zeitschr. f. wiss. Zool. V. 1853.

[2] l. c. pag. 207.

isolirten, in eine homogene Substanz eingebetteten Fibrillen von sehr grosser, aber nicht an allen Stellen gleicher Hinfälligkeit.

III.

Die in der Literatur vorhandenen Angaben über die Nervenzellen des Krebses gestatten eine kurze Zusammenfassung. Es ist hier wiederum Remak, der eine für die Erkenntniss der Structur grundlegende Beobachtung am frischen Gewebe gemacht hat. An die Erörterung, welche Bedeutung das centrale Fibrillenbündel habe, anknüpfend, sagt er in den Neurologischen Erläuterungen: [1] „Wo nämlich ein feineres Rohr (*p*), in welchem man blos pulvrigen und keinen fasrigen Inhalt unterscheidet, in eine Ganglienkugel übergeht, erkennt man zuweilen in der letzteren (*r*), dass sehr zarte, granulirte, den Rand umkreisende Fasern die Substanz der Kugel zusammensetzen und sich an der Übergangsstelle der Kugel in das Rohr sammelnd eine Fortsetzung des pulvrigen Inhaltes des letzteren bilden. Daraus wird es um so wahrscheinlicher, dass auch die dünneren Röhren einen fasrigen Inhalt haben, welcher nur der grösseren Zartheit wegen leichter in eine pulvrige Masse zerfällt."

Remak's Fig. 9 auf Taf. XX stellt dieses Verhältniss in schematischer Weise dar.

Auch Walter [2] beschreibt den Inhalt der grossen Nervenzellen als concentrisch geschichtet und dunkelkörnig und gibt auf Tafel III seines Werkes mehrere ziemlich gelungene Abbildungen dieser Structur, ohne dieselbe einer eingehenden Erörterung zu unterwerfen.

Dietl [3] hat die concentrische Streifung des Zellleibes an Osmium-Präparaten gesehen. Er ist geneigt, dieselbe auch für das frische Gewebe anzunehmen. Dieselbe „arrangirt sich" — nach Dietl's Ausdruck — „um den Kern und setzt sich stets auf den Fortsatz der Nervenzelle, welcher sich ja aus dem Protoplasma derselben entwickelt, ununterbrochen fort."

---

[1] Müller's Archiv 1844, pag. 469.
[2] l. c. pag. 29.
[3] l. c. pag. 7.

Krieger[1] konnte dieselbe Structur nur an durch Reagentien veränderten Stellen sehen; er fand das Protoplasma der Ganglienzellen im frischen Zustande „feinkörnig, sonst aber vollkommen homogen“.

Die anderen, schon bei der Literatur der Nervenfasern erwähnten Autoren äussern sich entweder blos über die Consistenz des Zellleibes oder bezeichnen die Zelle als granulirt, feinkörnig u. dgl. Waldeyer[2] bestreitet ausdrücklich die von Walter beschriebene Schichtung des Protoplasmas. Yung nennt in ganz besonders ungenauer Weise den Inhalt der Nervenzellen in allen Punkten identisch mit den der Nervenfasern.

Der Kern der Nervenzellen wird übereinstimmend als kugeliger, von dicker Membran begrenzter Körper beschrieben, dessen Inhalt entweder homogen oder feinkörnig erscheint. Das Vorkommen von zwei oder drei stark glänzenden, kugeligen Kernkörpern ist von den meisten Beobachtern erkannt worden.

Von vielen Autoren (Dietl, Krieger, Walter etc.) werden verschiedene Arten von Nervenzellen aufgestellt, welche sich durch die Anzahl der Fortsätze, das relative Massenverhältniss von Kern und Zellleib und andere Merkmale von einander trennen lassen sollen. Ich gehe auf diese Eintheilungsversuche nicht ein, weil ich glaube, dass uns die wesentlichen Kriterien für eine Klassificirung der Nervenzellen gegenwärtig fehlen, und wende mich zur Darstellung der Beobachtungen, welche ich an den grossen Zellen der Bauchganglienkette und an den Zellen des schon erwähnten spindelförmigen Magenganglions gemacht habe.

Ich muss vorausschicken, dass ich ganz unzweifelhafte Kennzeichen des überlebenden Zustandes an den Nervenzellen gefunden habe, welche bei der Beschreibung des Kernes und seines Inhaltes angeführt werden sollen. Im Zellleib frischer Nervenzellen aus dem Gehirn oder einem Ganglion des Flusskrebses erkennt man leicht die zuerst von Remak gesehene Structur, welche einer eingehenden Untersuchung würdig erscheint. Das Protoplasma der Zelle zeigt bei schwacher Ver-

[1] l. c. pag. 8.
[2] l. c. pag, 230.

grösserung ein eigenthümlich mattes, wie chagrinirtes Ansehen, das man bei oberflächlicher Betrachtung wohl als „granulirt" bezeichnen könnte. Aber wenn man bei stärkerer Vergrösserung aufmerksamer prüft, ist man erstaunt, kaum ein einziges isolirtes Körnchen im Zellleibe zu begegnen. Vielmehr erkennt man jetzt deutlich eine Streifung, welche einerseits um den Kern concentrisch, andererseits gegen den Fortsatz der unipolaren Zelle convergirend verläuft. An einen schaligen oder geschichteten Bau des Zellleibes zu denken, verbietet die Beobachtung, dass jene Streifen niemals ganze Kreise, sondern immer nur kleine Bogenstücke darstellen. Fasst man einen einzelnen Streifen in's Auge, so merkt man, dass er nach kurzem Verlaufe abbricht; die helleren Zwischenräume, welche gestatten, ihn isolirt zu erkennen, sind entfallen, und der eine Streif mit einem anderen zusammengetroffen. Ich kann dieses Bild nicht anders auffassen, als dass man es hier mit zarten Strängen zu thun hat, welche ein Netz mit gestreckten, um den Kern concentrisch angeordneten Maschenräumen bilden. Gegen den Fortsatz hin ist dieses Netz offen, wie wenn ein gestrickter Beutel über einen Spielball gezogen ist. Im Fortsatz der Nervenzelle treten die Stränge zusammen und gehen unmittelbar jeder in eine Fibrille der Nervenfaser über. Es wäre incorrect zu sagen, die Fibrillen der Nervenfaser setzen sich auseinanderfahrend in die Zelle fort und umspinnen den Kern, denn das optische Ansehen der Protoplasmastränge im Zellleibe ist ein ganz anderes als das der Fibrillen. Die Stränge sind breiter als die Fibrillen, ungleich breit an verschiedenen Stellen, rauh und an den Rändern verschwommen, während die Fibrillen als feine, aber scharf gezeichnete Linien erscheinen.

Im Übergangsstücke zwischen Zelle und Faser nehmen die Fibrillen allmälig die Eigenschaften der Stränge an; sie fahren auseinander, werden rauher und breiter, scheinen aber noch nicht mit einander zu anastomosiren. Andere faserige Bildungen als die beschriebenen Stränge finden sich in der Zelle nicht. Einige Fibrillen lassen sich etwas weiter als andere in den Fortsatz verfolgen; in der Zelle selbst erscheint keine einzige mehr mit den Eigenthümlichkeiten, welche sie in der Nervenfaser auszeichneten.

In manchen Zellen ist ein Übergangsstück zwischen Zellleib und Nervenfaser nicht vorhanden; die Nervenfaser entspringt in

anderer, sehr eigenthümlicher Weise. Dieselbe schmiegt sich nämlich in Gestalt eines hellen Halbringes der Peripherie der Zelle an, um dann in's Innere des Zellleibes einzutreten. (Vgl. Fig. 1 und 5.) Dabei liegen die Hülle der Nervenfaser und die Wandschicht der Zelle in einer Flucht. Krieger,[1] welcher dieses Verhältniss bereits beobachtet hat, bemerkt mit Recht, dass dadurch mitunter ein Kernfortsatz vorgetäuscht werden kann. Er fügt aber hinzu: „Ich möchte jedoch diesen Bildern keine zu grosse Beweiskraft zuschreiben, da die Zellen, an denen sie auftreten, meist schlecht erhalten sind."

Die im Vorigen beschriebene, durch Zeichnung nur schwer zu versinnlichende Structur der Zelle — ich muss zugestehen, dass meine Abbildungen dieselbe nur sehr unvollkommen wiedergeben — kommt dem Elemente im Gehirn und in der Bauchganglienkette zu. Die Nervenzellen der sympathischen Magen- und Darmganglien bieten ein etwas anderes Bild. Sie sind zwar ebenfalls wie chagrinirt und frei von Körnchen, aber die Streifung, insbesondere die concentrische, ist oft minder deutlich und ich muss bekennen, dass ich ohne den Vergleich mit den Zellen des Gehirns und der Bauchganglien dieselben nicht recht zu beschreiben wüsste. Ich glaube aber, dass die Annahme einer dichteren Anordnung der Netzstränge des Protoplasmas der Erscheinung der sympathischen Zellen gerecht zu werden vermag. Die Ausbreitung und Einstrahlung der Fibrillen des Fortsatzes in die Zelle weist mancherlei, wie es scheint, unwesentliche Modificationen auf, z. B., dass die Fibrillen im Übergangsstück, ehe sie auseinanderfahren, einen Wirbel bilden; dass oft eine Anzahl von Fibrillen eine längere Strecke zu einem Bündel vereinigt bleibt u. dgl. An den bipolaren Zellen, welche neben den unipolaren mit getheiltem Fortsatz zahlreich unter den sympathischen Elementen vorkommen, sieht man am besten, dass mehrere Fibrillen ganz nahe der Oberfläche der Zelle verlaufen; niemals gelingt es aber, eine solche oberflächliche Fibrille aus dem einen Fortsatze durch die Zelle hindurch in den anderen zu verfolgen. Es geht daraus hervor, dass das Schicksal der Fibrillen in den sympathischen Zellen dasselbe ist, wie in den Zellen der Bauch-

[1] l. c. pag. 9.

ganglien: nach kurzem isolirtem Verlaufe gehen sie in die Substanz des Zellleibes über. Einige Male beobachtete ich frische sympathische Nervenzellen, deren Fortsatz, nachdem er die Zelle verlassen hatte, in eine zweite, kleinere und kernlose Anschwellung eintrat. Diese aus dunklerer Substanz bestehende und von den Fibrillen durchsetzte Anschwellung war durch einen ganz kurzen Hals mit der Nervenzelle verbunden und sah einem abgeschnürten Stücke derselben gleich. Key und Retzius bilden in ihren „Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes, Zweite Hälfte 1876" in Fig. 17 auf Taf. XIX eine Zelle mit solchem Abschnitt aus dem Sympathicus der Katze ab und bezeichnen dieselben als „eingeschnürt". Auch die Fig. 234 der Technischen Histologie von Ranvier (fünfte Lieferung 1879, pag. 663 der deutschen Übersetzung) zeigt eine ähnlich gebildete Zelle aus einem Spinalganglion des Rochen.

Der Kern erscheint in vielen überlebenden Zellen als ein hyaliner, undeutlich begrenzter Körper, doch bildet sich gewöhnlich nach kurzem Verweilen unter dem Mikroskop eine feine Linie als Grenze des nun rundlichen Kernes aus. Die meisten nach anderen Kennzeichen als lebensfrisch zu bezeichnenden Zellen zeigen eine solche Grenzlinie des Kernes von Anfang an, welche aber immer von der dicken, als Durchschnitt der Kernmembran beschriebenen Linie in abgestorbenen Zellen zu unterscheiden ist. Im Inneren des Kernes der Hirn- und Bauchganglienzellen finden sich gewöhnlich zwei, seltener drei rundliche, stark glänzende Kernkörper und ausserdem eine wechselnde Anzahl von sehr verschieden gestalteten, bisher in Nervenzellkernen noch nicht beschriebenen Bildungen. (Vgl. Fig. 1, 2, 4 *a* und *b*, und 5.) Dieselben sind entweder kurze, dicke Stäbchen oder lange, dünne, den ganzen Kern durchsetzende, gerade oder gewundene Fäden, oder winkelig geknickte, gegabelte, oft sehr zierliche Körper. Mitunter treten mehrere dieser Intranucleolargebilde zu sehr complicirten Figuren zusammen, deren Arme in verschiedenen Ebenen liegen. Bei *Squilla mantis* fand ich einmal in jedem Nervenzellkerne eine schöne, aus zwölf und mehr Gliedern bestehende Rosette, beim Flusskrebse manchmal fünf- und sechsstrahlige Sterne. In den sympathischen Zellen des Flusskrebses konnte ich blos die kurzen, dicken Stäbchen wiederfinden,

auch habe ich mehrmals diese neuen Kerngebilde selbst in den centralen Nervenzellen vermisst. Sonst konnte ich mich überzeugen, dass dieselben bei grossen und kleinen Exemplaren im Sommer wie im Winter vorkommen, und zwar bei einigen Thieren sehr reichlich, bei anderen in geringer Anzahl.

Beide Arten von Kerngebilden, die rundlichen wie die unregelmässig gestalteten, zeigen Bewegungserscheinungen und Formveränderungen, welche mir als Beweis für den überlebenden Zustand der untersuchten Elemente dienten. Die Veränderungen der grossen rundlichen Kernkörper beschränken sich auf einen langsamen Wechsel der fleckigen Zeichnung, welche an ihnen ersichtlich ist, und auf geringe Verschiebungen ihres Ortes im Kern. Die letzteren sind nur unter gewissen Bedingungen deutlich zu erkennen, z. B. wenn die gewöhnlich der Kernwandschichte nahe liegenden Kernkörper einander im Gesichtsfelde überschneiden, so dass von dem tiefer liegenden nur ein Abschnitt sichtbar bleibt. Die Fig. 4 *a* und *b* stellt einen solchen Kern dar, in welchem das obere Kernkörperchen allmälig über das untere rückte, bis es dieses ganz verdeckt hatte.

Viel auffälliger sind die Veränderungen der unregelmässigen Kerngebilde. Bei winkelig geknickten Stäben ändert sich der Winkel zwischen den einzelnen Gliedern; bei sternförmigen Figuren die Stellung der einzelnen Strahlen zu einander. Wo mehrere solche Figuren in einem Kerne vorhanden sind, nähern und entfernen sie sich von einander; von einem mehrfach gewundenen Faden taucht bald hier, bald dort eine Umbiegung oder ein freies Ende auf. Mitunter scheint eine complicirte Figur zu zerbrechen, indem ein Verbindungsstück zwischen zwei Theilen derselben zuerst dünner, dann unsichtbar wird; manchmal trifft man auf deutlich getrennte Stücke, welche noch in einer Linie liegen, als ob sie früher vereinigt gewesen wären. (Vgl. Fig. 1.) Ein Stück einer Figur scheint sich der Oberfläche des Kernes zu nähern, ein anderes von ihr zu entfernen. Es erscheinen neue Stäbchen, von denen man nicht weiss, ob sie mit schon vorher sichtbaren zusammenhängen oder isolirt sind. Es ist nicht meine Absicht, alle Mannigfaltigkeiten in der Erscheinung dieser schönen Gebilde zu beschreiben; das Wesentliche bleibt, die Thatsache ihrer grossen Veränderlichkeit zu constatiren.

Die beschriebenen Veränderungen gehen manchmal so rasch vor sich, dass es schwer ist, irgend ein bestimmtes Aussehen des Kernes durch Zeichnung festzuhalten; andere Male so langsam und allmälig, dass man erst nach Minuten einen Wechsel in der Erscheinung oder Lage der Kerngebilde constatiren kann. Oft genug erscheinen dieselben ruhend; doch ist man dann begreiflicherweise nicht in der Lage, die Vermuthung, dass der Zellkern seine Lebenseigenschaften zu verlieren beginne, zurückzuweisen.

Vielleicht bezieht sich auf diese Art von Kernkörpern eine alte Angabe von Will [1] in dessen vorläufiger Mittheilung „Über die Structur der Ganglien und den Ursprung der Nerven bei wirbellosen Thieren“: „In den Nervenkörpern von *Astacus fluviatilis* sah ich öfters statt des gewöhnlichen feingekörnten Kernes der inneren Zelle 2, 3 auch 4 cylindrische, auf beiden Seiten mit einer stumpfen Spitze versehene und etwas gekrümmte Körperchen, welche Krystallen nicht unähnlich waren“. Die Bemerkung „statt des Kernes“ würde darauf zu deuten sein, dass Will frische Zellen, an denen die deutliche Kernmembran fehlte, beobachtet hat.

Auch das Studium des Absterbens der Zellen gewährt einige Aufschlüsse über die Structur derselben. Wenn die Elemente einige Zeit der Beobachtung unterworfen waren, oder bei der Präparation beschädigt worden sind, tritt eine Reihe von Bildern auf, deren Zurückführung auf den sie verursachenden Insult nur in wenigen Fällen gelingt, so dass ich bei der Beschreibung derselben von der Verfolgung dieses Zusammenhanges Umgang nehmen will. An den grossen unipolaren Zellen erscheint eine oft sehr breite, einen grösseren oder geringeren Theil der Zellperipherie einnehmende Zone, welche durchaus homogen und dem Kerninhalt ähnlich ist. Ich möchte hierin keine Quellung des Protoplasmas erblicken, weil keine Volumszunahme der Zelle damit verbunden ist. Vielmehr glaube ich, dass diese homogene Zone durch den als „Zwischensubstanz“ beschriebenen Bestandtheil des Zellleibes gebildet wird, aus welcher die netzförmige, dunklere Substanz sich gegen den Kern zurückgezogen hat. Es finden sich auch häufig genug Zellen, an denen zwei homogene

[1] Müller's Archiv 1844, pag. 80.

Randpartien durch einen dünnen Strang dunklerer, genetzter Substanz, welcher noch an der Peripherie festgehalten ist, getrennt werden. Recht auffällig sind die Massen hyaliner Substanz, welche sich an den sympathischen Zellen, der concentrisch geschichteten Zellscheide anliegend, finden. (Fig. 3 *hm.*) Ihr vorwiegendes Vorkommen an der Stelle, wo sich der Fortsatz der Nervenzelle entwickelt, der stärkere Glanz und das Auftreten in Zellen, welche sonst keine Zeichen des Absterbens bieten, lassen es überhaupt zweifelhaft erscheinen, ob sie nicht vielmehr normale, der lebenden Zelle eigenthümliche Bildungen sind. Dazu kommt, dass ich dieselben an sympathischen Zellen nie während der Beobachtung auftreten sah.

Das Protoplasma der Nervenzellen im Gehirn und den Bauchganglien wird unter den Augen des Beobachters körnig, die netzförmige Structur immer mehr undeutlich; doch erhalten sich Andeutungen der concentrischen Streifung noch dann, wenn die Zelle sonst keine andere Ähnlichkeit mit einer überlebenden zeigt. Zellen, welche bei der Präparation verletzt wurden — und diese bilden die weitaus überwiegende Mehrheit — haben ein gleichmässig gekörntes Protoplasma, meist ohne Spuren von concentrischer Streifung. Hat man zufällig die Nadelspitzen in die Substanz einer Zelle selbst eingesetzt, so erscheint deren Protoplasma an den verletzten Stellen zu feinen Fäden ausgezogen, welche mit kleinen Klümpchen oder Körnchen besetzt sind. Diese Beobachtung zeigt, dass dem Protoplasma ein nicht geringer Grad von Conhaerenz eigen ist; eine leichtflüssige Masse könnte unmöglich diese Bilder geben. Dass man die so misshandelten Zellen nicht mit den multipolaren, von denen später die Rede sein wird, verwechseln darf, scheint vielleicht unnöthig zu bemerken.

Die sympathischen Zellen werden beim Absterben ebenfalls körnig, oder zeigen, besonders wenn die Hülle des Ganglions abpräparirt wurde, das von Leydig [1] für andere Objecte beschriebene „grobbröckelige" Ansehen: dunklere Kugeln feingekörnter Masse in einer helleren Umgebung.

Wie verschieden sich die Kernmembran selbst an anscheinend überlebenden Zellen verhält, ist schon oben erwähnt worden.

---

[1] Leydig, Vom Bau des thierischen Körpers. 1864, pag. 85.

Hervorzuheben ist jedoch, dass in frischen Zellen entweder keine, oder eine nur sehr feine Grenzlinie des Kernes sichtbar wird, während der Kern der abgestorbenen Zelle eine dicke, doppelt contourirte, eigentliche Kernmembran zeigt. Der Kerninhalt misshandelter Zellen erscheint fein granulirt, der frischer Zellen wird es allmälig, während gleichzeitig die rundlichen Körperchen sich schärfer contouriren, und die Stäbchen, Rosetten u. dgl. blässer, undeutlicher werden und endlich ganz verschwinden. Nur einzelne kurze, dicke Klümpchen sind auch im granulirt gewordenen Kerne zu sehen. Mehrmals sah ich, wie im Kerne einer zur Beobachtung gelangten Zelle die Körnchen sich vergrösserten, zu groben, abgerundeten Klumpen heranwuchsen und endlich in eine heftige Bewegung in der nun dickwandigen Kernblase geriethen.

Aus den bisher beschriebenen Veränderungen, welche die überlebende Nervenzelle beim Absterben erleidet, erklärt sich das Bild der mit Reagentien behandelten Zelle und die darauf gegründete Beschreibung vieler Autoren. Die verschiedenen Bestandtheile der Zelle sind in ähnlicher Weise, wie es sich für die Nervenfaser ergeben hat, in verschiedenem Grade haltbar. Die concentrische Streifung im Protoplasma wird unter günstigen Umständen durch Reagentien mit etwas verändertem Charakter erhalten; daher dieses Structurverhältniss auch von mehreren Autoren, wie bereits erwähnt, beschrieben und abgebildet wurde. Die nicht kugeligen Kerngebilde scheinen gegen mechanische oder chemische Insulte ganz besonders empfindlich zu sein; dem entspricht auch der Umstand, dass sie den früheren Untersuchern entgangen sind.

Die Ergebnisse meiner Beobachtungen über die Nervenzellen des Flusskrebses lassen sich also folgendermassen zusammenfassen: Die Nervenzellen im Gehirn und in der Bauchganglienkette bestehen aus zwei Substanzen, von denen die eine, netzförmig angeordnete, sich in die Fibrillen der Nervenfasern, die andere, homogene in die Zwischensubstanz derselben fortsetzt. Der Kern der Nervenzelle besteht aus einer gegen den Zellleib nicht scharf abgegrenzten, homogenen Masse, in welcher geformte Bildungen von verschiedener Gestalt

und Haltbarkeit sichtbar sind. Diese Inhaltskörper des Kernes zeigen Form- und Ortsveränderungen, durch welche der überlebende Zustand der Zelle dargethan wird.

Es ist nochmals hervorzuheben, dass die Bilder, auf welche sich diese Darstellung des Baues der Nervenzellen gründet, in den meisten Präparaten nur in geringer Anzahl gefunden werden, während die Mehrzahl der Elemente den Beschreibungen anderer Autoren mehr oder minder entspricht. Doch hat die Untersuchung des frischen Nervengewebes den besonderen Vortheil, dass sie zu entscheiden erlaubt, welche Bilder dem überlebenden und welche dem abgestorbenen Zustande der Elemente angehören.

Denselben Bau, wie an den grossen unipolaren, konnte ich einige Male auch an grossen multipolaren Zellen beobachten, welche ich aus der Bauchganglienkette des Flusskrebses isolirte. An den letzteren zeigte sich auch eine Verschiedenheit der Fortsätze, welche ganz analog den von Deiters an manchen Zellen des nervösen Centralorgans der Wirbelthiere entdeckten Verhältnissen ist. Einer der Fortsätze nämlich war von seinem Ursprunge an drehrund und heller als die Substanz des Zellleibes; er war in allen Stücken den in Fig. 1 und 5 abgebildeten Fortsätzen unipolarer Zellen ähnlich. Die anderen Fortsätze erschienen platt und verschmälerten sich allmälig; an einem war eine Theilung bemerkbar; ihre Substanz war so dunkel wie die des Zellleibes, aber sie zeigte, wie der hellere Zellfortsatz, isolirte, parallel laufende Fibrillen. Diese Beobachtung, welche überdies darthut, dass die Zwischensubstanz der Nervenfasern von der der Zellen verschieden ist, konnte ich leider nur zweimal machen und weiss auch nicht den Ort anzugeben, an welchem sich diese mit aller Sicherheit erkannten multipolaren Zellen vorfinden.

IV.

Es ist zwar nicht gestattet, die an dem Nervengewebe des Flusskrebses erkannte Structur von ungewisser physiologischer Bedeutung ohne weitere Erwägung auf die entsprechenden Elemente anderer Thiere zu übertragen; aber so lange endgiltige Ergebnisse der Untersuchung es nicht verbieten, darf man doch

an der Möglichkeit festhalten, dass die beschriebene Structur der Nervenfasern und Nervenzellen nicht dem Flusskrebs und seinen nächsten Verwandten eigenthümlich, sondern die allgemeine Structur des Nervengewebes sei. Die Betrachtung der in der Literatur niedergelegten Beobachtungen weist nämlich dieselben Controversen, welche beim Nervengewebe des Flusskrebses durch Beobachtung überlebender Zellen entschieden und theilweise auch erklärt werden konnten, für das Nervengewebe der meisten anderen Wirbellosen und Wirbelthiere nach, ohne dass auf diesem weiteren Gebiete bisher die Entscheidung erfolgt wäre. Unter solchen Verhältnissen kann die sichere Kenntniss des Nervengewebes bei einem einzigen Thiere auch für die Beurtheilung der für die anderen Thiere schwebenden Fragen von Werthe sein.

Ich halte es für überflüssig, die ganze mit Ehrenberg und Valentin beginnende Reihe der Autoren über die Structur des Nervengewebes hier nochmals aufzuführen. Es scheint mir hinzureichen, wenn ich mich auf einige allgemeine Bemerkungen und auf die Hervorhebung jener Angaben beschränke, welche mit meinen Beobachtungen am Flusskrebse übereinstimmen. Denn aus einer solchen Prüfung der Literatur können sich doch nur Fingerzeige für die Auffassung der einander widersprechenden Behauptungen ergeben. Die endliche Aufklärung, ob es eine gemeinsame Structur der Nervenzellen und Nervenfasern in der Thierreihe gebe, und welches diese sei, kann nur durch neue Untersuchungen gewonnen werden.

Die Nervenfasern wirbelloser Thiere sind vielleicht eben so oft als fibrillär wie als homogen oder granulirt beschrieben worden. In der grossen, bereits mehrmals erwähnten Arbeit von Waldeyer über den Axencylinder wurde die Zusammensetzung aus Fibrillen für die peripheren und centralen Elemente aller Classen der Wirbellosen gelehrt; auch die letzte, sorgfältige Untersuchung des Nervengewebes wirbelloser Thiere durch Hans Schultze,[1] welche sowohl die Bilder im frischen Zustande als nach Anwendung von Reagentien berücksichtigt, gelangt zu

[1] H. Schultze, Die fibrilläre Structur der Nervenelemente bei Wirbellosen. Archiv für mikrosk. Anat. XVI. 1879.

demselben Ergebniss. Dagegen ist der Widerspruch solcher Beobachter zu erwähnen, welche wie Hermann [1] und Solbrig [2] sich auf ein einziges Thier oder eine Thierclasse als Untersuchungsobject beschränkt haben. Es ist nicht wahrscheinlich, dass diese Widersprüche von der Verschiedenheit der untersuchten Objecte herzuleiten seien; denn in der Regel findet ein Beobachter, welcher seine Untersuchungen auf mehrere Thierclassen ausdehnt, übereinstimmende Structurverhältnisse für die so verschiedenen Objecte, während dasselbe Object meist verschiedenen Beobachtern Anlass zu ganz abweichenden Beschreibungen gibt.

Um Missverständnissen vorzubeugen, muss ich daran erinnern, dass nicht alle faserigen Elemente im Nervensystem wirbelloser Thiere als „Nervenfasern" bezeichnet werden können. Waldeyer hat zuerst hervorgehoben, dass an vielen Orten selbständige, isolirbare Nervenfasern mangeln und die Nervenstämme aus feinen Fibrillen bestehen, welche durch Dissepimente, die von einer gemeinsamen Scheide ausgehen, in dickere oder dünnere Bündel zerlegt werden. Die fibrilläre Zusammensetzung des Inhalts dieser Abtheilungen in den Nervenstämmen ist seither von vielen Autoren und auch von solchen, welche, wie Hermann, die „Nervenfasern" als homogen beschreiben, bestätigt worden.[3] Eine ähnliche Anordnung der faserigen Nervensubstanz scheint im Opticus und anderen Hirnnerven des Krebses vorzuliegen. Diese Elemente, welche mit den von mir beschriebenen Fasern des Flusskrebses nicht direct vergleichbar sind, wurden also von den meisten neueren Autoren in übereinstimmender Weise aufgefasst und gaben zu der Aufstellung der „Primitivfibrille als letztes Structurelement der Nervenfasern" Anlass. In der Beschreibung der eigentlichen, mit selbständiger Scheide versehenen Fasern zeigt sich dagegen ein Mangel an Übereinstimmung der verschiedenen Untersucher, welcher durch neue Beobachtungen eine

---

[1] E. Hermann, Das Centralnervensystem von Hirudo medicinalis. Gekrönte Preisschrift. München 1875.

[2] Solbrig, Über die feinere Structur der Nervenelemente bei den Gasteropoden. Gekrönte Preisschrift. 1872.

[3] Vgl. Hermann, l. c. pag. 50 u. ff.; H. Schultze, l. c.; Dietl l. c. pag. 14 u. ff.; Krieger, l. c. pag. 15.

ähnliche Aufklärung finden dürfte, wie sie hier für den Flusskrebs gegeben worden ist.

Es ist bekannt, dass auch die Structur der Nervenfasern bei den Wirbelthieren bisher nicht genügend festgestellt ist. Die blassen, marklosen Fasern sind schon von ihrem Entdecker, Remak,[1] als aus feinen Fibrillen bestehend beschrieben worden; und die Thatsache, dass ähnliche blasse Fasern im Embryonalleben an Stelle der markhaltigen sich finden, spricht zu Gunsten derselben Structur der letzteren Fasern. Auch ist, seitdem Waldeyer[2] das Resultat seiner Untersuchungen über den Axencylinder der Wirbelthiere in dem Satze zusammenfasste: Der Axencylinder sei nach Ursprung, Endverhalten und chemischen Reactionen dem Fibrillenbündel der Evertebraten homolog, doch sei es bisher nicht gelungen, ihn histologisch in Fibrillen zu zerlegen, von M. Schultze und anderen Beobachtern sowohl eine Längsstreifung des Axencylinders als auch ein Zerfall desselben in feine Fibrillen an verschiedenen Örtlichkeiten des Nervensystems nachgewiesen worden. Doch ist noch immer unerklärt, warum diese vermuthete fibrilläre Structur an der bei weitem grössten Anzahl markhaltiger Nervenfasern nicht ersichtlich ist, und es bleibt zweifelhaft, ob die beobachtete Längsstreifung alle Male auf Fibrillen zu beziehen sei, und ob diese Fibrillen sich in der ganzen Strecke des Nerven vorfinden. Selbst der neueste Beobachter H. Schultze,[3] der entschiedenste Verfechter der fibrillären Structur, kann doch nur aussagen, dieselbe an der lebenden Faser „andeutungsweise“ gesehen zu haben. Auf die von H. D. Schmidt[4] und Arndt[5] aufgestellte Ansicht, dass der Axencylinder aus homogener Substanz, in welcher Körnchen in bestimmter, überdies noch durch die Thätigkeit des Nerven beeinflusster Anordnung enthalten sind, glaube ich keinen Werth legen zu sollen, da dieselbe nichts anderes, als eine ziemlich

---

[1] Remak, Observationes anatom. et microsc. de system. nerv. struct. Berolini 1838.

[2] l. c. pag. 207.

[3] H. Schultze, Axencylinder und Nervenzelle. Archiv für Anatomie und Entwicklungsgeschichte. 1878.

[4] Jahresbericht von Hofmann-Schwalbe. 1874.

[5] Arndt, Etwas über die Axencylinder der Nervenfasern. Virchow's Archiv, Bd. LXXVIII. 1879.

willkürliche Ausdeutung der durch gewisse Reagentien hervorgebrachten Bilder zu sein scheint. Die von Arndt an diese Auffassung geknüpften physiologischen Bemerkungen entziehen sich dem Beweise ebenso sehr wie der Widerlegung.

Von den Einwendungen gegen die fibrilläre Zusammensetzung des Axencylinders sind besonders die von Fleischl[1] und Boll[2] erwähnenswerth. Nach den Untersuchungen dieser Autoren ist das Verhalten des Axencylinders das einer gerinnbaren Flüssigkeit, womit dessen Zusammensetzung aus Fibrillen unvereinbar wäre. Überträgt man aber den für die Nervenfasern des Flusskrebses gefundenen Bau auf den Axencylinder der Wirbelthiere und nimmt an, dass der letztere aus feinen, sehr hinfälligen Fibrillen und einer sehr weichen Zwischensubstanz bestehe, so werden die Beobachtungen von Fleischl und Boll sehr wohl mit der fibrillären Zusammensetzung des Axencylinders verträglich. In der That hat schon Haeckel die Bildung eines Gerinnsels in den Nervenfasern des Flusskrebses, welche doch unzweifelhaft im frischen Zustande Fibrillen enthalten, beschrieben und abgebildet.[3]

Was die Structurverhältnisse der Nervenzellen betrifft, so kann ich eine namhafte Anzahl von Beobachtungen an Elementen von Wirbellosen und Wirbelthieren anführen, welche mit meiner Beschreibung der Nervenzellen des Flusskrebses mehr oder weniger übereinstimmen und geeignet sind, die Vermuthung von der allgemeineren Bedeutung dieser Structurverhältnisse zu stützen.

Zunächst ist eine Reihe von Autoren zu erwähnen, welche das Vorhandensein von zweierlei Substanzen in der Nervenzelle behauptet haben: So lehrt Buchholz,[4] dass die Nervenzelle

---

[1] Fleischl, Über die Beschaffenheit des Axencylinders. Festgabe an C. Ludwig. 1874.

[2] Boll, Über Zersetzungsbilder des markhaltigen Nervenfasers. Archiv für Anatomie und Entwicklungsgeschichte. 1877.

[3] Ich möchte hier noch auf die interessante Angabe von Trinchese (Memoria sulla Struttura del Sistemo Nervoso dei Cefalopodi. Firenze 1868) aufmerksam machen, dass eine stark lichtbrechende Markscheide, welche mitunter selbst doppelt contourirt erscheint, auch an den peripheren Nerven von Cephalopoden vorkommt. (Fig. 5 und 12 auf Trinchese's Taf. I.)

[4] Bemerkungen über den histologischen Bau des Centralnervensystems der Süsswassermollusken. Müller's Archiv 1863. pag. 251.

der Süsswassermollusken „aus einer hyalinen Grundsubstanz besteht, in welcher, gleichmässig suspendirt, ein anderer, in Form feiner Pünktchen auftretender Körper erscheint“. Diese Grundsubstanz ist nach ihm vollkommen identisch mit dem Inhalt der Zellfortsätze und der peripherischen Nervenstämme und müsse für die eigentliche Nervensubstanz erklärt werden.

Fleischl[1] behauptet auf Grund von Bildern, welche er nach Einwirkung von Borsäure auf frische Zellen des Ganglion Gasseri vom Frosche sah: „Der Leib dieser Zellen besteht aus einer weichen Substanz, welche entweder immer in kugelige Massen abgetheilt ist, oder sich nach Borsäureeinwirkung in solche theilt. Zwischen diesen Kugeln liegt eine das Licht anders brechende Zwischensubstanz“. Er sah ferner, dass der mit der interglobulären Substanz in Zusammenhang stehende Kern nach Borsäureeinwirkung aus der Zelle austrat.

In Hinblick auf die später zu erwähnenden Beobachtungen Schwalbe's an demselben Objecte halte ich es für wahrscheinlich, dass Fleischl's globuläre Substanz der netzförmigen Substanz in den Nervenzellen des Krebses gleichzustellen ist, deren Stränge in Folge der Borsäureeinwirkung gerissen und zu discreten Ballen vereinigt worden waren. Ich habe schon erwähnt, dass das Protoplasma der sympathischen Zellen vom Flusskrebs beim Absterben oft ähnliche Formen annimmt, und muss noch bemerken, dass Fleischl's Beschreibung des Kernes als eines im Leben membranlosen Gebildes seither an vielen anderen Zellen bestätigt worden ist.

Hermann[2] schliesst sich der von Fleischl gemachten Aufstellung zweier Substanzen auf Grund seiner Beobachtungen an den Nervenzellen des Blutegels an und fügt hinzu, dass die interglobuläre Substanz allein den Fortsatz bildet.

In vollkommener Übereinstimmung befinde ich mich aber mit den Angaben von Schwalbe,[3] welche ich ihrer Wichtigkeit halber dem Wortlaute nach citiren will:

---

[1] Über die Wirkung von Borsäure auf frische Ganglienzellen. Sitzungsberichte d. k. Akad. d. Wiss. LXI. Bd. 1870,

[2] l. c. pag. 29 u. ff.

[3] Schwalbe, Bemerkungen über die Kerne der Ganglienzellen. Jenaische Zeitschrift 1875, pag. 38.

„In analoger Weise fand ich im Körper der Spinalganglienzellen vom Frosch zwei Substanzen vertheilt, von denen die eine ein sehr zartes Netzwerk formirte, das von der Oberfläche des wandungslosen Kernes bis zur Zellenoberfläche reichte, die andere hellere die Maschenräume ausfüllte. Die Substanz des Kernkörperchens erwies sich als optisch verschieden von jenen beiden Substanzen, dagegen schien der Kernsaft mit der Ausfüllungsmasse der Maschenräume übereinzustimmen. Ist dies richtig, so werden wir auch hier drei Substanzen zu unterscheiden haben: die Nucleolarsubstanz, den Kernsaft und die reticuläre Substanz“.

Und ferner: „Die pinselförmige Ausstrahlung der Axencylinder in die Substanz der Ganglienzelle ist ferner einfach auf eine regelmässigere Anordnung der Netzbälkchen, auf Bildung regelmässig gegen den Anfang der Nervenfaser convergirender Fäden zurückzuführen.“....

Eine concentrische Anordnung dieser Netzbalken beschreibt Schwalbe an diesen Nervenzellen des Frosches nicht, dagegen hat er eine solche mehr oder weniger deutlich in den frischen Spinalganglienzellen der Säugethiere gesehen.[1] Dieselbe concentrische Streifung ist an den Nervenzellen verschiedener wirbelloser Thiere — Würmer, Arthropoden, Mollusken — von Leydig,[2] Walter, Dietl, Boll,[3] H. Schultze, Schwalbe u. A. gesehen worden, und man darf vermuthen, dass dieses Bild in allen Fällen auf jene Structur des Protoplasmas, welche an den Nervenzellen des Flusskrebses erkannt wurde, zu beziehen ist.

Boll und H. Schultze erblicken in diesen Beobachtungen eine Bestätigung der Auffassung M. Schultze's vom fibrillären Bau der Nervenzelle, für deren Würdigung hier der Platz sein möchte. Nach den bekannten Darstellungen M. Schultze's[4] besteht die Nervenzelle aus einer grossen Anzahl feiner Fibrillen,

---

[1] Schwalbe, Über den Bau der Spinalganglien nebst Bemerkungen über die sympathischen Ganglienzellen. Archiv f. mikrosc. Anat. IV. 1868.

[2] Leydig, Vom Bau des thierischen Körpers. 1864, pag. 85.

[3] Boll, Beiträge zur vergleichenden Histiologie des Molluskentypus. Archiv für mikrosk. Anat. IV. Supplement. 1869.

[4] Observationes de structura cellularum fibrarumque nervearum. Bonner Universitätsprogramm, Aug. 1868. — Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. 1871.

welche aus den Fortsätzen in dieselbe einstrahlen, und einer feinkörnigen Zwischensubstanz. Die feinkörnige Substanz ist am mächtigsten in der Umgebung des Kernes, die Fibrillen in der Rindenschichte der Zelle; letztere dringen aber auch in die Tiefe und ordnen sich concentrisch um den Kern, mit dessen Substanz sie in keinerlei Zusammenhang stehen. Der Verlauf der einzelnen Fibrillen, welche sich blos verflechten, aber nicht mit einander verbinden, ist ein sehr complicirter. Es macht den Eindruck, als ob sie die Zelle blos durchsetzen würden, um aus einem Fortsatze in einen anderen zu gelangen. Doch konnte M. Schultze auch nicht eine einzige derselben durch die Zelle hindurch verfolgen.[1] In der Auffassung der Nervenzelle, zu welcher M. Schulze durch diese Beobachtungen veranlasst wurde, tritt die feinkörnige Zwischensubstanz zurück und die Zelle erscheint als ein Ort, in welchem die selbständigen Fibrillen der verzweigten Fortsätze eine Umlagerung behufs Bildung des Axencylinderfortsatzes erfahren.

Vergleichen wir diese Darstellung M. Schultze's mit den Bildern, welche die überlebenden Nervenzellen des Flusskrebses, oder die Zellen des Ganglion Gasseri vom Frosch nach Schwalbe zeigen, so ergibt sich zunächst, dass die Zusammensetzung der Fortsätze aus Fibrillen und einer Zwischensubstanz, die Einstrahlung der ersteren in die Zelle, endlich das Fehlen eines Zusammenhanges derselben mit dem Kerne für beide Fälle zutrifft. Die grössere Anzahl der Fibrillen in den von Max Schultze beschriebenen Elementen erklärt sich daraus, dass es sich hier um Zellen mit vielen Fortsätzen, beim Flusskrebse und an den Objecten Schwalbe's um uni- oder bipolare Zellen handelt. Die Eigenthümlichkeit der multipolaren Zellen M. Schultze's mag ferner den Eindruck erklären, dass die Fibrillen die Hauptmasse der Zelle bilden und dieselbe nur durchsetzen. Um so mehr muss die für die Übereinstimmung wichtige Thatsache hervorgehoben werden, dass es weder hier noch dort gelingt, einer Fibrille ansichtig zu werden, welche ohne Unterbrechung durch die Zelle hindurchzieht. Ein wesentlicher Unterschied liegt aber

[1] „Fibrillae ex singulis processibus in cellulam confluentes diversissima ratione sese innectunt neque unquam mihi contigit, ut unam earum per totam cellulam oculis secutus sim.“ Observationes pag. 5.

darin, dass nach M. Schultze die Fibrillen in der Zelle ihre Isolirung bewahren und durch eine feinkörnige Zwischensubstanz getrennt sind, während nach Schwalbe's und meinen Beobachtungen alle Fibrillen nach kürzerem oder längerem Verlauf in die netzförmig angeordnete Zellsubstanz eingehen, deren Zwischenräume durch eine homogene Substanz ausgefüllt wird. Da muss nun erinnert werden, dass kein Beweis für den überlebenden Zustand der von Max Schultze beschriebenen Elemente vorliegt, dagegen Anhaltspunkte genug, dieselben für abgestorbene zu erklären. Die Bilder M. Schultze's zeigen eine feinkörnige Zwischensubstanz und einen scharf contourirten Kern; wir wissen aber, dass diese beiden Structurverhältnisse an den Elementen des Flusskrebses erst beim Absterben auftreten. Nach M. Schultze zeigen ferner mit Jodserum, Überosmiumsäure und anderen Reagentien behandelte Zellen dieselbe Structur wie die vermeintlich frischen, während wir gesehen haben, dass Reagentien niemals die Structur der Nervenzellen unverändert erhalten und gerade die Erkenntniss des Protoplasmas und des Kernes beeinträchtigen. Wir dürfen also vermuthen, dass M. Schultze überhaupt keine frischen Zellen gesehen, und dass die von ihm beschriebenen Elemente im überlebenden Zustande eine ähnliche Structur wie die Nervenzellen des Flusskrebses erkennen lassen würden.

Die Annahme, dass gewisse Reagentien die Netzstränge des Zellleibes mitunter als Fasern erscheinen lassen, würde auch eine interessante Beobachtung Remak's[1] erklären, welche derselbe der Naturforscherversammlung zu Wiesbaden 1852 mitgetheilt hat: „Nach Vivisection einer *Raja batis* und 24stündiger Aufbewahrung der Wirbelsäule in einer verdünnten Lösung von Chromsäure und doppelt chromsaurem Kali zeigte aber die Substanz der Ganglienkugeln ein sehr regelmässiges, faseriges Gefüge. Und zwar liessen sich zwei Schichten von Fäserchen unterscheiden; die innere umgab concentrisch den Kern, die äussere verlief nach beiden Polen in den Kanal des Axenschlauches hinein."

Die Auffassung M. Schultze's von der Bedeutung der Nervenzelle als Umlagerungsstätte der Fibrillen — welche übrigens

[1] Amtlicher Bericht pag. 182 u. ff.

von ihrem Urheber selbst blos als eine mögliche hingestellt wurde — ist zunächst durch den Umstand beseitigt, dass sie den nicht zur Beobachtung kommenden ununterbrochenen Verlauf der Fibrillen aus einem Fortsatze in einen anderen voraussetzt. Sodann ist zu bemerken, dass dieselbe überhaupt nur für multipolare Zellen, von denen sie abstrahirt wurde, in Betracht kommen kann, denn in uni- oder bipolaren Zellen ist eine Umlagerung der Fibrillen unmöglich. Diese Zellformen, welche im Nervensystem wirbelloser Thiere die multipolaren weitaus zu überwiegen scheinen, bedeuten demnach nach M. Schultze nichts als „kernhaltige Anschwellungen der Nervenfaser". Um einzusehen, wie unzureichend diese Auffassung ist, muss man sich erinnern, dass nach neueren Untersuchungen die uni-, bi- und multipolaren Zellformen durch mannigfache Übergangsformen verbunden erscheinen.

Unter einer bestimmten physiologischen Voraussetzung über die Fibrillen der Nervenfaser kann man aber eine andere Auffassung der Nervenzelle aussprechen. Nimmt man nämlich an, dass jede Fibrille der Nervenfaser zur gesonderten Leitung der Erregung befähigt ist, so ergibt sich aus Schwalbe's und meinen Beobachtungen, dass die im Nerven gesonderten Bahnen in der Nervenzelle zusammenfliessen. Diese Auffassung erstreckt sich auf alle bisher bekannten Formen der Nervenzelle; man muss aber zugestehen, dass die Voraussetzung, auf welcher sie beruht, lange nicht bewiesen ist, wenn gleich einiges, was über das Endverhalten der Nerven bekannt ist, für dieselbe zu sprechen scheint.

Ich muss nochmals betonen, dass ich in diesem Abschnitte nur gerechtfertigte Vermuthungen und Anhaltspunkte zu gewinnen suche und durchaus nicht behaupten will, es sei sichergestellt, dass allen Nervenzellen dieselbe Structur zukomme. Die Übereinstimmung von einander so ferne stehenden Elementen wie der grossen centralen Zellen des Flusskrebses und der Spinalganglienzellen des Frosches und der Säugethiere ist auffällig genug; doch schon die sympathischen Zellen des Flusskrebses lassen die gleiche Structur nicht sicher erkennen, ebensowenig nach Schwalbe[1] die multipolaren Zellen des Rückenmarkes. Die

[1] Bemerkungen über die Kerne der Ganglienzellen. l. c., pag. 35.

frischen Nervenzellen der Retina erscheinen nach Schwalbe[1] ganz durchsichtig bis auf einen schmalen Hof um den Kern; in den Nervenzellen der freipräparirten Magenwand des Blutegels beobachtete Hermann[2] heftige Körnchenbewegung u. dgl. Doch kann man die früher geäusserte Vermuthung durch diese Beobachtungen auch nicht für widerlegt erachten, da es sehr wohl möglich ist, dass an den erwähnten Elementen nur eine Modification jener Structur vorliegt, welche die Erkennung derselben erschwert, wie ich dies von den sympathischen Zellen des Flusskrebses ausgesprochen habe. Die grosse Durchsichtigkeit der Retinazellen, die ja durch die Örtlichkeit erfordert wird, schliesst eine Sonderung des Zellleibes in zwei Substanzen, deren eine netzförmig angeordnet in die Fibrillen der Nervenfaser übergeht, noch nicht aus, da z. B. an der frischen Cornea die gewiss präexistirenden Hornhautzellen sich zunächst nicht von dem Gefüge der Cornea abheben; und bei der grossen Hinfälligkeit der feineren Structurverhältnisse im Nervengewebe muss man es auch unentschieden lassen, ob die von Hermann beschriebene Erscheinung — nach Hermann's eigenen Worten — „Tod oder Leben bekunde“.

Die Angaben Frommann's,[3] welcher vorwiegend auf die Bilder der Silberbehandlung gestützt, eine complicirte fibrilläre Structur der Zellen behauptet hat, kann ich, in so weit dieselbe über das von Remak und M. Schultze Beobachtete hinausgeht, so wenig wie andere Untersucher bestätigen oder verwerthen. Dasselbe gilt von den zum Theil extravaganten Angaben Heitzmann's.[4]

Das Wesentliche an der für manche Nervenzellen erkannten, für andere vermutheten Structur scheint nun aber keine Eigenthümlichkeit des Nervengewebes zu sein. Die Verhältnisse, welche das Protoplasma und den Kern der überlebenden Nervenzelle

---

1 Ebendaselbst pag. 26.

2 l. c., pag. 37.

3 C. Frommann, Über die Färbung der Binde- und Nervensubstanz des Rückenmarkes durch Argentum nitricum und über die Structur der Nervenzellen. Virchow's Archiv XXXI. 1864.

4 Heitzmann, Untersuchungen über das Protoplasma. Wiener akad. Sitzungsber. Bd. LXVII. 1873.

charakterisiren, sind in ganz ähnlicher Weise an vielen Zellen ganz abweichender Natur — Drüsenzellen, Epitelien, Knorpelzellen — erkannt worden. Was den Aufbau des Zelleibes aus zwei physikalisch und chemisch verschiedenen Substanzen — einer netzförmig angeordneten und einer anderen, die Räume zwischen den Netzsträngen ausfüllenden — betrifft, so darf ich auf Schwalbe's oft citirte „Bemerkungen über die Kerne der Ganglienzellen" verweisen, worin die Analogien zwischen den Substanzen der Nervenzelle und denen anderer Zellen bereits ausführlich berücksichtigt sind. Besonders hervorheben möchte ich noch die Beobachtungen Kupffer's [1] an den Zellen der Speicheldrüsen von *Periplaneta orientalis*, weil an diesen Elementen — wie an den Nervenzellen des Flusskrebses — die netzförmige Substanz in unmittelbarem Zusammenhange mit den in die Zelle eintretenden Nervenfibrillen steht.

Es ist auch offenbar, dass die am Kern der Nervenzellen gemachten Beobachtungen: Das Fehlen der Kernmembran, die mannigfaltigen Formen der Kerngebilde, sowie die Bewegungserscheinungen und Formänderungen derselben [2] durchwegs Verhältnissen entsprechen, welche wir in den letzten Jahren an Zellen von sehr verschiedener Bedeutung — Knorpel-, Epitelial-, Geschlechtszellen u. s. w. — kennen gelernt haben.

Ich möchte nur bemerken, dass Gebilde, welche an Gestalt und Veränderlichkeit den unregelmässigen Kerngebilden der Nervenzellen gleichen, von den Beobachtern zumeist in sich theilenden Zellen aufgefunden wurden, so dass man dort, wo man solchen Kernfiguren begegnet, auf beginnende Zelltheilung zu schliessen pflegt. Es scheint mir aber sehr unwahrscheinlich, dass die grössten und am besten ausgebildeten Nervenzellen des Flusskrebses bei grossen und kleinen Thieren und zu jeder Zeit des Jahres in der Vorbereitung zur Theilung begriffen sein sollen, während man andere Anzeichen dieses Vorganges an ihnen niemals findet und auch sonst nichts über die Theilung ausgebildeter, functionirender Nervenzellen weiss. Viel näher liegt die

---

[1] C. Kupffer, Die Speicheldrüsen von *Periplaneta orientalis*. Festgabe an C. Ludwig. 1874.

[2] Vgl. dazu wiederum Schwalbe's Bemerkungen etc.

Annahme, dass diese Gebilde einen normalen Bestandtheil des Kernes der Nervenzelle darstellen, und vielleicht wird dies auch für andere Zellen zu erweisen sein. So bemerkt Schleicher [1] in einer Abhandlung über die Knorpelzelltheilung, dass sich „Körner, Stäbchen und Fäden auch im knorpeligen Scapularrand des erwachsenen Frosches vorfinden, also auch in Zellen, die sich nicht mehr vermehren". Jedoch fügt er hinzu, dass diese Gebilde in der jugendlichen Zelle lebhafte Bewegungen zeigen, die man in den Zellen am Scapularrande nicht mehr beobachtet; während ich an den Kerngebilden der Nervenzellen der grössten mir zugänglichen Flusskrebse überaus lebhafte Bewegungserscheinungen sah.

Die Nervenzelle zeigt uns also bis jetzt kein eigenthümliches Structurverhältniss; die Function derselben ist mit der allgemeinen Structur der thierischen Zelle, so weit dieselbe bis jetzt erkannt wurde, verträglich. [2] Doch darf aus diesem Umstande kein Schluss auf die höhere oder mindere physiologische Dignität der Nervenzelle gezogen werden.

Ich will noch daran erinnern, dass kein Grund zur Annahme vorliegt, das Verhältniss der Nervenzelle zur Nervenfaser sei bei Wirbellosen ein anderes, als bei Wirbelthieren. Waldeyer hat nämlich ausgesprochen, dass die Fortsätze der grossen centralen Nervenzellen Wirbelloser niemals zu peripheren Nervenfasern werden, sondern zunächst in die centrale Substanz des Ganglions eintreten, daselbst sich in feine Fibrillen auflösen, und dass anderseits die peripheren Nervenfasern durch Zusammentreten der Fibrillen der Centralsubstanz entstehen. Es lag nahe, daran die weitere Vermuthung zu knüpfen, dass in einer Nervenfaser eines wirbellosen Thieres Fibrillen, welche verschiedenen Nervenzellen angehören, beisammen liegen.

Leydig's [3] Anschauung unterscheidet sich von der Waldeyer's dadurch, dass er auch einen directen Übergang von

---

[1] Schleicher, Die Knorpelzelltheilung. Archiv für mikrosk. Anat., XVI. 1878.

[2] Vgl. dazu Brücke, die Elementarorganismen. Diese Sitzgber. 1861, pag. 385 und 408.

[3] Leydig, Vom Bau des thierischen Körpers. 1864, pag. 89.

Fortsätzen centraler Zellen in Nervenfasern gelten lässt, wodurch der von Waldeyer behauptete Unterschied zwischen dem Nervengewebe wirbelloser und dem der Wirbelthiere entfallen würde. Bei Wirbelthieren ist bekanntlich der directe Übergang von Zellfortsätzen in periphere Nervenfasern für die Zellen des Centralorgans nachgewiesen worden und Deiters hat selbst Merkmale angegeben, an welchen der Axencylinderfortsatz schon bei seinem Ursprung aus der Nervenzelle erkennbar ist. Doch ist es auch bei Wirbelthieren durchaus nicht ausgemacht, dass alle Nervenfasern in gleicher Weise mit Nervenzellen zusammenhängen. Es bleibt vielmehr möglich, dass auch hier Nervenfasern aus einer centralen Fasermasse entspringen, und dass in einer peripheren Faser Fibrillen verschiedenen Ursprungs und verschiedener Bedeutung enthalten sind. Es ist dieses Verhältniss weder für die Wirbellosen bewiesen, noch für die Wirbelthiere widerlegt.

Einige Beobachtungen lassen vielmehr eine weitgehendere Übereinstimmung des Nervengewebes beider grosser Thierclassen auch in diesem Punkte erwarten. Bei den Phronimiden, einer Familie der Flohkrebse, hat Claus [1] durch Untersuchung der Bauchganglienkette an Längsschnitten gefunden, dass die Fortsätze der grossen Nervenzellen direct in die Fasern der Nervenstämme — und zwar zum grösseren Theile in die der gekreuzten, zum kleineren in die derselben Seite — übergehen. Claus geht so weit zu vermuthen, dass die meisten grossen Zellen der Bauchganglienkette multipolar seien.

Eine gewisse Anzahl von multipolaren Zellen ist nun sicherlich im centralen Nervensystem der Crustaceen vorhanden, wie aus Claus' Bildern und meinen Isolationspräparaten hervorgeht. Die von mir beim Flusskrebs dargestellten multipolaren Zellen zeigten überdies, wie bereits erwähnt, jene Charaktere ihrer Fortsätze, welche Deiters zur Unterscheidung zwischen Axencylinder- und Protoplasma-Fortsatz veranlasst haben.[2] Was die geringe Zahl

---

[1] Claus, Der Organismus der Phronimiden. Arbeiten des zool. Instituts zu Wien. Tom. II.

[2] Vgl. Dietl. Die Gewebselemente des Centralnervensystems bei wirbellosen Thieren. p. 10.

der Deiter'schen Zellen beim Flusskrebs betrifft, so muss daran erinnert werden, dass auch bei Wirbelthieren wahrscheinlich nur gewisse Gruppen von Zellen nach dem Schema von Deiters gebaut sind.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Nervenzelle aus dem Schwanzganglion des Flusskrebses mit eingerolltem Fortsatz, welcher sich der Zellperipherie anschmiegt. Im Kern ausser den rundlichen Kernkörpern mehrere kurze, dicke Stäbchen und eine aus zwei Stücken bestehende Kernfigur. Gez. bei Hartnack 3/8. Vergrösserung der Zeichnung 360.

Fig. 2. Überlebende Nervenzelle aus einem Abdominalganglion mit kegelförmig entspringendem Fortsatz. Im Kern, welcher keine Kernmembran besitzt, vier mehrspitzige Klümpchen und ein langer, an einem Ende gebogener und gegabelter Stab. Bei *k* ein Kern des einhüllenden Gewebes. Dieselbe Vergrösserung.

Fig. 3. Randpartie aus dem spindelförmigen Magenganglion des Flusskrebses. Zwei unipolare Nervenzellen mit ihren Fortsätzen, deren einer eine Tförmige Theilung erfährt. Die kleinere Zelle ist bei einer Einstellung nahe der Oberfläche gezeichnet.

s Die dicke, concentrisch geschichtete Zellscheide.
ks Die Kerne derselben.
hm Stark glänzende homogene Massen am Rande der Zelle, doch nach innen von der Hülle gelegen.
f Eine von einer anderen Zelle kommende Faser.

Dieselbe Vergrösserung.

Fig. 4. Kern einer grossen Nervenzelle, welcher Bewegungserscheinungen an beiderlei Kernkörpern zeigte. *b* ist fünf Minuten später als *a* gezeichnet. Hartnack 3/X. Vergrösserung der Zeichnung 400.

Fig. 5. Stück einer Zelle mit Fortsatz wie in Fig. 1. Im Kerne eine grosse Anzahl von zierlichen gegabelten und geknickten Stäbchen. Dieselbe Vergrösserung wie in Fig. 4.

Herr Aug. Adler, stud. techn. in Wien übersendet eine Abhandlung „Über Strictionslinien der Regelflächen zweiten und dritten Grades“.

Herr Dr. Fr. Wähner in Wien überreicht eine Abhandlung unter dem Titel: „Das Erdbeben von Agram am 9. November 1880“, als das Resultat seiner im Auftrage der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften unternommenen Beobachtungen und Studien.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, Real de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana: Anales. Entrega 209. Tomo XVIII. Diciembre 15. Habana, 1881; 8⁰.

Accademia, R. dei Lincei: Atti. Anno CCLXXIX 1881—82. Serie terza. Transunti, Vol. VI. Fascicoli 2⁰ & 3⁰. Roma, 1881—82; 4⁰.

Akademie, kaiserliche Leopoldino-Carolinisch-deutsche der Naturforscher: Leopoldina. Heft XVII, Nr. 23—24. Halle a. S. December 1881; 4⁰.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift nebst Anzeigen-Blatt. XX. Jahrgang, Nr. 2. Wien, 1882; 8⁰.

Central-Commission, k. k. statistische: Ausweise über den auswärtigen Handel der österr.-ungarischen Monarchie im Jahre 1880. XLI. Jahrgang, IV. Abtheilung: Waaren-Durchfuhr. Wien, 1881; 4⁰.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang VI, Nr. 2. Cöthen, 1882; 4⁰.

Commission géodésique néerlandaise: Publications. I. Détermination à Utrecht, de l'Azimut d'Amersfoort par J. A. C. Oudemans. La Haye, 1881; 4⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome XCIV, No. 1. Paris, 1882; 4⁰.

Gesellschaft, deutsche chemische: Berichte, XIV. Jahrgang, Nr. 19. Berlin, 1881; 8⁰.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XVII. Band, Jännerheft 1882. Wien; 8⁰.

— naturforschende in Zürich: Vierteljahrsschrift. XXIV. Jahrgang, 1.—4. Heft. Zürich, 1879; 8⁰. — XXV. Jahrgang, 1.—4. Heft. Zürich, 1880; 8⁰.

Gewerbe-Verein, nied.-österr.: Wochenschrift. XLIII. Jahrgang, Nr. 1 & 2. Wien, 1882; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. VII. Jahrgang, Nr. 1 & 2. Wien, 1882; 4°.

Journal, the American of science. Vol. XXIII, Nr. 133. January, 1882. New Haven, 1882; 8°.

Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt von Dr. A. Petermann. XXVIII. Band, 1882, I. Gotha; 4°.

Programme: Böhm. Leipa, k. k. Ober-Gymnasium am Schlusse des Jahres 1880 und 1881. Böhm. Leipa, 1880—81; 8°. — Bozen, k. k. Staats-Gymnasium: 1879—80. Bozen; 8°. — Brixen, k. k. Gymnasium: XXX. Programm. Brixen, 1880; 8°. — Brünn, k. k. zweites deutsches Ober-Gymnasium: 9. und 10. Jahres-Bericht für das Schuljahr 1880 und 1881. Brünn; 8°. — Erstes deutsches k. k. Gymnasium für das Schuljahr 1880. Brünn; 8°. — K. k. Staats-Gymnasium in Cilli. Cilli, 1881; 8°. — Forstschule in Eulenburg: Jahresbericht. 29. und 30. Cursus. 1880—81 & 1881—82. Olmütz 1880—81; 8°. — K. Ober-Gymnasium in Fiume: 1879—80 & 81. Zagreb, 1881; 8°. — Steiermärkisch-landschaftliches Joanneum zu Graz: 69. Jahresbericht über das Jahr 1880. Graz, 1881; 4°. — K. Rechtsakademie in Grosswardein: 1879—80. Grosswardein, 1880; 8°. — Evangelisches Gymnasium A. B. und die mit demselben verbundene Realschule, sowie die evang. Bürgerschule A. B. zu Hermannstadt für das Schuljahr 1879—80 und 1880—81. Hermannstadt, 1880—81; 4°. — Kathol. Ober-Gymnasium zu Klausenburg: Klausenburg, 1880; 8°. — Gewerbeschule zu Bistritz in Siebenbürgen: VI. Bericht, 1879—80. Kronstadt, 1880; 8°. — Königl. ungar. Staats-Oberrealschule zu Leutschau: XII. szám. Löcse, 1881; 8°. — K. k. Staats-Gymnasium in Marburg 1881: Marburg, 1881; 8°. — Lese- und Redehalle der deutschen Studenten in Prag: Jahresbericht, Vereinsjahr 1878—79, 1879—80 und 1880—81. Prag; 8°. — II. deutsche Staats-Oberrealschule in Prag: 8. Programm. Prag, 1880—81; 8°. — K. kathol. Ober-Gymnasium in Pressburg, 1879—80 & 1880—81. Pressburg, 1880—81; 8°. — K. k. Staats-Gewerbeschule zu Reichenberg: IV. & V. Jahresbericht. 1879—

81. Reichenberg, 1881; 8⁰. — K.k. Staats-Obergymnasium zu Saaz: 1880 und 1881. Saaz, 1880—81; 8⁰. — Evang. Gymnasium A. B. in Schässburg, 1879—80 und 1880—81. Schässburg, 1880—81; 4⁰. — Fürsterzbisch. Privat-Gymnasium Collegium Borromäum zu Salzburg: 31. & 32. Ausweis, 1879—80 & 1880—81. Salzburg, 1880—81; 8⁰. — K. k. Realgymnasium in Sarajevo: Jahresbericht 1879—80 und 1880—81. Sarajevo, 1880—81; 8⁰. — K. Ober-Gymnasium in Sign: 1879—80 und 1880—81. U Senju, 1880—81; 8⁰. — K. k. Staats-Ober-Realschule zu Steyr: XI. Jahres-Bericht 1880—81. Steyr, 1881; 8⁰. — Civica Scuola reale superiore in Trieste, 1881. Trieste, 1881; 8⁰. — Staats-Gymnasium in Troppau: 1879—80. Troppau, 1880; 8⁰. — K. k. akademisches Gymnasium in Wien: Jahresbericht für das Schuljahr 1879—80 und 1880—81. Wien, 1880—81; 8⁰. — K. k. Franz-Joseph-Gymnasium in Wien: VI. & VII. Jahresbericht. Wien, 1880—81; 8⁰. — K. k. Unter-Realschule in der Leopoldstadt in Wien: V. & VI. Jahresbericht. Wien, 1880—81; 8⁰. — K. k. Ober-Realschule in der Leopoldstadt in Wien: IX. & X. Jahresbericht. Wien, 1880—81; 8⁰. — K. k. Staats-Unter-Realschule im V. Bezirke (Margarethen) in Wien: V. Jahresbericht. Wien, 1880; 8⁰. — K. k. Ober-Gymnasium zu den Schotten in Wien: Jahresbericht am Schlusse des Schuljahres 1880 und 1881. Wien, 1880—81; 8⁰. — K. k. Theresianische Akademie in Wien: Jahresbericht für das Schuljahr 1879—80. Wien, 1880; 8⁰. — Niederösterreichisches Landes-Lehrerseminar in Wr.-Neustadt: VII. Jahresbericht. Wr.-Neustadt, 1880; 8⁰. — Niederösterreichische Landes-Ober-Realschule und die mit derselben vereinigte Landesschule für Maschinenwesen in Wr.-Neustadt: XV. und XVI. Jahresbericht. Wr.-Neustadt, 1880—81; 8⁰.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Nr. 16, 1881. Wien; 8⁰.

Schweizerische meteorologische Beobachtungen: XIV. Jahrgang, 1877: 7. (Schluss-) Lieferung. 4⁰. — XV. Jahrgang, 1878: 5., 6. und 7. (Schluss-) Lieferung, Titel und Beilagen;

4°. — XVI. Jahrgang, 1879: 4. & 5. Lieferung; 4°. — XVII. Jahrgang, 1880: 1.—4. Lieferung; 4°.

Society, American oriental: Proceedings at New Haven, October 26th, 1881; 8°.

Verein für Naturkunde zu Zwickau: Jahresbericht, 1879. Zwickau, 1880; 8°.

— entomologischer, in Stockholm: Entomologisk Tidskrift Band I. Häft 1. Stockholm, 1880; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXII. Jahrgang, Nr. 1 & 2. Wien, 1882; 4°.

Über die Function des *Musculus Cramptonianus.*

Von Prof. **Sigm. Exner,**
Assistenten am physiologischen Institute.

(Mit 1 Tafel und 1 Holzschnitt.)

Der *Musculus Cramptonianus* ist bekanntlich ein im Auge der Vögel und einiger Reptilien nachgewiesener ringförmiger Muskel, dessen Fasern an der Innenwand des Scleralringes entspringen, und nach vorne verlaufend, sich an die innere Lamelle der Hornhaut ansetzen. Fig. 1 zeigt einen Durchschnitt durch das Auge des Uhu nach Brücke.[1] Der dunkle Antheil der mit *a* bezeichneten Stelle entsprechend, ist der in Rede stehende Muskel. Die durch ein Rechteck eingerahmte Stelle der Fig. 1 habe ich in Fig. 2 auf Grund eines anatomischen Präparates bei Lupenvergrösserung wiedergegeben. Hier ist der Muskel punktirt. Bei vielen Vögeln findet sich der Musculus tensor choreoideae in nennenswerther Entfernung von diesem Crampton'schen Muskel, z. B. beim Uhu, wo er in Fig. 1 bei *b* angedeutet ist. Er ist stets dadurch charakterisirt, dass seine Muskelfasern vorne mit der Sclera, bezüglich ihrem Knochenring, hinten mit der Choreoidea verbunden sind. Bei anderen Vögeln aber rücken die beiden Muskeln einander näher, sowie dies in Fig. 3 von einer Taube gezeichnet ist. Die Fasern, welche hier vom Periost des Knochenringes entspringen und nach vorne verlaufen, gehören dem *M. Cramptonianus* an, die, welche vom Periost entspringen und nach hinten verlaufen, bilden den Tensor choreoideae. Bei der Taube und bei anderen Vögeln kommt zu diesen beiden Muskeln noch ein dritter hinzu. Wir wollen ihn mit Leuckart[2] die Müller'sche

[1] Müller's Arch. f. Anat. u. Physiol. 1846, pag. 370, Taf. XI.
[2] Gräfe und Sämisch, Handbuch d. Ophthalmolog. I. 2, pag. 234.

Portion nennen. Er besteht aus Muskelfasern, welche sich, wie die des Crampton'schen Muskels an der inneren Lamelle der Cornea einerseits, und wie die des Tensor choreoideae an der Choreoidea andererseits ansetzen. Sie haben also nirgends einen fixen Punkt. In meiner Zeichnung ist diese Müller'sche Portion zweibäuchig, wie man das sehr häufig sieht. Die mittlere Verdünnung schafft für einen mächtigen Nervenstamm (*n*) Platz, der zwischen die Muskeln eingebettet ist. Die Zeichnung, welche Leuckart vom Truthahn gibt,[1] zeigt die Müller'sche Portion ohne diese Bäuche; ähnlich die Königsteins,[2] die dem Huhn entnommen ist und bei welcher auch zwischen den Muskelfasern der grosse Nervenstamm zu sehen ist.[3]

Was die Function dieser drei Fasergruppen anbelangt, so sind jetzt wohl alle Stimmen darüber einig, dass der Tensor choreoideae, wie dies Brücke schon im Namen ausgedrückt hat, die Choreoidea um den Glaskörper anspannt. Er bewirkt in der bekannten Weise eine Accommodation für die Nähe. Dem gegenüber ist über die Function der Müller'schen Portion noch nicht einmal eine Deutung ernstlich versucht worden, und über die des Crampton'schen Muskels gehen die Anschauungen sehr erheblich auseinander.

Crampton[4] selbst war der Meinung, der von ihm entdeckte Muskel müsse bei seiner Contraction die Cornea abflachen und demnach das Auge für die Ferne accommodiren.

Brücke war der gegentheiligen Anschauung. Er wies nach, dass die Hornhaut des Vogels sich in ihren peripheren Theilen in zwei Lamellen spalten lässt, dass diese in „der Gegend der Axe so mit einander verschmolzen sind, dass man ihre beiderseitige Grenze nicht auffinden kann; je weiter man sich von der Axe entfernt, um so weniger innig wird der Zusammenhang, und nach dem Rande zu weichen beide Lamellen förmlich von einander und lassen zwischen sich eine lockere, bindegewebeartige Faserschicht eindringen, welche erlaubt, dass sie hier um ein Weniges

[1] Ebenda.

[2] v. Gräfe's Arch. f. Ophthalmolog. XXVI. 2, pag. 139, Taf. V, Fig. 1.

[3] Eine andere Zeichnung desselben Autors, der Taube angehörig, zeigt die Verhältnisse ähnlich wie meine Zeichnung.

[4] Gilbert's Annalen, Bd. 49, pag. 278 cit. nach Brücke l. c.

an einander verschoben werden können. Nunmehr geht die äussere Lamelle in die Sclerotica über und befestigt sich als solche an den vorderen Rand des Knochenringes, indem sie eins wird mit der festen fibrösen Haut, welche den letzteren bekleidet. An die innere Lamelle dagegen setzt sich der Crampton'sche Muskel". (Vergl. Fig. 1, 2 und 3.) Auf Grund dieser anatomischen und hier nicht zu erörternder physikalischer Verhältnisse erwartet Brücke, dass die Contraction des Muskels den Krümmungshalbmesser der Cornea verkleinere, und dadurch das Auge für die Nähe accommodire.

Cramer, der übrigens eine unzweifelhaft unrichtige Anschauung vom anatomischen Verhalten des Crampton'schen Muskels hat, indem er ihn nicht an der Hornhaut, sondern an der Choreoidea, da, wo nach innen die Ciliarfortsätze sitzen, enden lässt,[1] prüfte Brücke's Anschauung experimentell und fand, dass elektrische Reizung des Auges auf die Hornhautkrümmung keinerlei Einfluss hat.[2] Endlich hebt Königstein[3] hervor, dass der Crampton'sche Muskel und der Sphincter pupillae durch ihre vereinigte Wirkung indirect die Wände des Canalis Schlemmii von einander abheben und denselben dadurch öffnen müssen.

Im Folgenden füge ich diesen Deutungen unseres eigenthümlichen Muskels eine weitere bei, von der ich glaube, dass sie die einfachste und plausibelste ist, die übrigens andere nicht ausschliesst, d. h. wenn auch meine Anschauung das Richtige trifft, so kann doch der Crampton'sche Muskel immer noch die Wölbung der Hornhaut verändern und den Schlemm'schen Canal öffnen.

Ich halte die drei Muskelfasergruppen: Tensor choreoideae, Crampton'scher Muskel und Müller'sche Portion für einen Accomodationsapparat, der, bedeutend kräftiger gestaltet als im Säugethierauge, doch im Wesentlichen dieselbe Function ausübt, die hier der Tensor choreoideae allein besorgt.

---

[1] Het Accomodatievermogen der Oogen, 1853, pag. 75.

[2] Ebenda, pag. 89.

[3] L. c.

Um diese Anschauung zu begründen, muss ich auf einige Eigenthümlichkeiten des Vogelauges näher eingehen.

Zunächst existirt bei Vögeln (ob es hier Ausnahmen gibt, muss dahingestellt bleiben) weder ein Canalis Petiti, noch eine Zonula Zinnii in dem Sinne wie bei Säugethieraugen, vielmehr ist, wie dies Fig. 2 und 3 zeigt, die Linsencapsel in grösserer Ausdehnung mit den Ciliarfortsätzen verwachsen. In Fig. 3 sieht man Fasern, welche, zwischen den Ciliarfortsätzen verlaufend, diese Verbindung zu befestigen scheinen. Halbirt man das Auge eines eben getödteten Huhnes, so dass die ebenfalls halbirte Linse in situ bleibt, fasst dann diese und sucht sie von den Ciliarfortsätzen abzuheben, so gewahrt man, dass sich eher die Linse aus ihrer Capsel löst, als letztere von den Ciliarfortsätzen. Es ist also bei den Vögeln die Linse nicht an einer Zonula Zinnii und einer Hyaloidea, sondern an den Ciliarfortsätzen bezüglich am vordersten Theil der Choreoidea, aufgehängt.

Führt man den genannten Zug an der Linse aus, so gewahrt man noch etwas Zweites. Man sieht nämlich, dass der ganze vordere Theil der Choreoidea sich nach der Axe des Auges hin bewegt, so dass der ausgedehnte Spaltraum, der sich zwischen Choreoidea und Sclera befindet, an Breite zunimmt. Es ist dieser ein Analogon des Fontana'schen Raumes; er erstreckt sich vom Ligamentum pectinatum bis an die Einpflanzungsstelle der Fasern des Tensor choreoideae. Dieser ganze Raum, der insbesondere beim Uhu eine enorme Ausdehnung hat (Fig. 2 und 3 als leer gelassener Raum ersichtlich), ist nur von spärlichen lockeren Fäserchen überbrückt, so dass, abgesehen vom Ligamentum pectinatum, der vordere Theil der Choreoidea an die Sclera und ihren Adnexen nur als angelegt, nicht angewachsen betrachtet werden kann. Er kann mit Leichtigkeit kleine Ortsveränderungen gegen die Axe des Auges hin ausführen.

Diese Bewegungen an den vorderen Theilen der Choreoidea, welche man, wie gesagt, mit Leichtigkeit an jedem frischen oder gehärteten Auge hervorrufen kann, sind offenbar dieselben, welche die Choreoidea im Leben ausführen muss, soll sich der Durchmesser der Linse vergrössern oder verkleinern, wie das bei der Accomodation der Fall ist. Der Zug, den man ausübt, wenn man die Linse von den Ciliarfortsätzen abzuheben sucht, entspricht

offenbar dem Zuge, den die Linse selbst auf die Ciliarfortsätze und die Choreoidea ausübt, wenn sie sich stärker zu wölben sucht.

Es fungirt also dieser bewegliche Theil der Choreoidea als ein Aufhängeband der Linse ähnlich dem Theile der Membrana hyaloidea des Säugethierauges, welcher die hintere Wand des Canalis Petiti bildet. Nun hat die Linse des Vogelauges aber noch ein zweites, in der Functionsweise der Zonula Zinnii entsprechendes Aufhängeband; es ist dies das ungemein mächtige Ligamentum pectinatum. (Fig. 2 und 3 L. p.) Übt man den oben beschriebenen Zug an einer Linse aus, so sieht man, wie sich die Fasern dieses Ligamentes gleichzeitig mit der Bewegung der Choreoidea anspannen. Beim Uhu haben diese Fasern eine Länge von circa 4 Mm. und machen eine Täuschung über dieses Verhalten unmöglich.

Dass das Ligamentum pectinatum der Vögel als Aufhängeband der Linse wirkt, muss auch zur Erklärung der Accommodation, welche blos durch den Tensor choreoidea hervorgerufen wird, angenommen werden. Denn wenn die Versuche, welche uns sagen, dass der intraoculare Druck in der Vorderkammer und im Glaskörper merklich gleich ist,[1] richtig sind, und wenn es weiter richtig ist, dass die Linse im Ruhezustande des Auges flacher ist, als ihrer Gleichgewichtslage entspricht, so muss es das Ligamentum pectinatum sein, welches sie hindert, ihre Gleichgewichtslage einzunehmen. In der Choreoidea findet sie bei der Configuration des Vogelauges kein irgend nennenswerthes Hinderniss. Wäre aber der Druck in der Vorderkammer niedriger als im Glaskörper, so würde die Linse bei der Contraction des Tensor choreoideae zwar nach vorne rücken, aber für die bei der Accommodation thatsächlich nachgewiesene Krümmungszunahme ihrer Flächen wäre kein zulänglicher Grund vorhanden.

Es lässt sich nach dem Mitgetheilten nun mit Leichtigkeit zeigen, dass der in Rede stehende Muskelapparat bei seiner Action die Wölbungen der Linse erhöhen muss, sowie dies im Säugethierauge der Fall ist, wenn man voraussetzt, dass hier und dort die elastischen Kräfte der Aufhängebänder es sind, welche

---

[1] Vergl. Leber in Gräfe u. Saemisch, Handb. d. Ophthalmlg. II. 2, pag. 368.

im Ruhezustande des Auges die Linse abflachen. Man kann nun aber in diesem Punkte einer anderen Ansicht sein. Man kann es für unwahrscheinlich halten, dass die Zonula Zinnii ein ganzes Leben lang fast immer (im Alter continuirlich) über ihre Gleichgewichtslage gedehnt sei, und vom Säugethierauge sagen, der intraoculäre Druck im Glaskörper sei es, der Choreoidea und Hyaloidea anspanne. Auch auf diese Weise kann ein Zug auf die Linse ausgeübt werden, den dieselbe abzuplatten geeignet ist, und für welchen die Hyaloidea, bezüglich Zonula Zinnii nur als übertragendes Band wirkt.

In dieser Beziehung muss ich, soll diese Anschauung auf das Vogelauge übertragen werden, noch auf folgenden Umstand aufmerksam machen.

Wird das Ligamentum pectinatum als für Flüssigkeiten undurchgängig angenommen, so kann der Druck des Kammerwassers durch dieses Band in derselben Weise einen Zug auf die Linse ausüben, wie dies der Druck des Glaskörpers durch die Choreoidea thut. Nach den Untersuchungen von Königstein[1] ist in der That beim Säugethierauge die Vorderkammer durch eine zarte Epithelialmembran, welche zwischen den Fasern des Ligamentum pectinatum ausgespannt ist, vom Fontana'schen Raum abgesperrt; Ähnliches liesse sich auch beim Vogelauge vermuthen.

Da über diesen Punkt aber nicht alle Autoren einig zu sein scheinen, und Leuckart geradezu annimmt, dass beim Vogel unter gewissen Umständen das Kammerwasser durch das Ligamentum pectinatum in den Fontana'schen Raum einströme,[2] so mögen diese Verhältnisse hier nur erwähnt sein. Ich will später zeigen, dass meine Anschauung von der Accommodation des Vogelauges unabhängig davon ist, welcher der beiden Fälle zutrifft, ob die Linse im Ruhezustand des Auges ihren äquatorialen Zug nur den elastischen Kräften ihrer Aufhängebänder verdankt, oder ob derselbe dem intraoculären Drucke entspringt. Zunächst aber will ich voraussetzen, dass das Letztere der Fall ist, und dass die Vorderkammer im Ligamentum pectinatum einen Abschluss

[1] Vergl. Gräfe's Arch. f. Ophthalmolog. XXV. 3, pag. 289.

[2] L. c. pag. 235.

findet, so dass der hier herrschende hydrostatische Druck mithilft, die Linse abzuflachen.

Die Wirkungsweise der fraglichen Muskeln des Vogelauges ergibt sich nun leicht aus der beistehenden schematischen Zeichnung.

L ist die Linse, welche nahe ihrem Äquator durch die zwei Aufhängebänder gehalten wird, deren vorderes das Ligamentum pectinatum, deren hinteres die Choreoidea ist. Auf beide wirkt der intraoculäre Druck in der Richtung der Pfeile o→ und zieht den Äquator über seine Gleichgewichtslage nach aussen. *SS* ist die Sclera und der feste äussere Antheil der Cornea, *C* die innere Lage der Cornea, die, wie oben mitgetheilt, bis zu einem gewissen Grade verschiebbar ist, und speciell an ihrem Ende aus verhältnissmässig lockerem, dehnbarem Gewebe besteht (Fig. 3).

Es leuchtet nun ein, dass jede Muskelaction, welche die Distanz zwischen dem Punkte *a* der Choreoidea und dem Punkte *b* der Cornea verringert den von den Aufhängebändern der Linse ausgeübten Zug verkleinern und es also dieser ermöglichen muss, ihrer Gleichgewichtsform näher zu rücken. Alle drei Muskelportionen nun bewirken diese Verringerung der genannten Distanz. Der Tensor choreoideae (*at*), der an der Sclera entspringt und bei *a* endet, rückt den letzteren Punkt nach vorne, der ***Musculus Cramptonianus*** (*bc*), der auch an der Sclera entspringt und an der inneren Hornhautlamelle endet, rückt *b* nach rückwärts und die Müller'sche Portion (*m*) ist geradezu zwischen den beiden Punkten (*a* und *b*) ausgespannt.

Beim Uhu (Fig. 1 und 2) hat jeder der beiden schematischen Punkte *a* und *b* seinen besonderen Muskel — eine Müller'sche

Portion gibt es hier nicht — und ich glaube, man sieht unmittelbar aus der Zeichnung (Fig. 2), dass der Crampton'sche Muskel das Ligamentum pectinatum abspannen muss. Noch viel klarer wird das am mikroskopischen Präparat, an welchem das eigenthümliche lockere Gefüge des Theiles der Cornea, an welchem sich sowohl der Muskel, als das Ligament ansetzt, die Dehnbarkeit desselben unmittelbar anschaulich macht.

Bei der Taube (Fig. 3) liegen die Dinge so, wie in unserem Schema. Nur setzen sich einige Muskelfasern nicht direct an ihrem Bestimmungsort an, sondern sind durch Sehnen mit ihm verbunden. So das vordere Ende der Müller'schen Portion und ein Theil der Fasern des Crampton'schen Muskels, welche durch zwei Sehnenbündel, die den Schlemm'schen Canal zwischen sich fassen, in das dehnbare Hornhautgewebe übergehen.

Ich will noch hervorheben, dass verschiedene Schnitte durch ein Vogelauge und noch mehr Schnitte durch verschiedene Vogelaugen den in Rede stehenden Muskelapparat in mannigfaltigen Modificationen zeigen, wie dies übrigens oftmals beschrieben wurde. Zwei möglichst differente Typen, den des Uhu und der Taube, habe ich meinen Betrachtungen zu Grunde gelegt; es ist mir aber keine Modification bekannt geworden, welche sich nicht ohne Weiteres der dargelegten Anschauung unterordnet.

Ist nun das Ligamentum pectinatum für das Kammerwasser durchgängig, so wird hierdurch der auseinandergesetzte Accommodationsmechanismus nicht beeinflusst. Denn denken wir uns in unserem Schema dieses Ligament für die Flüssigkeit durchgängig, dann würde der Rand der Linse voraussichtlich so weit nach innen und hinten rücken, bis das Ligament wieder angespannt ist. Auch dann noch würde die Zusammenziehung unserer Muskeln denselben qualitativen Effect haben wie früher.

Es könnte weiterhin Jemand die Voraussetzung machen, dass der Druck im Kammerwasser ein geringerer ist als im Glaskörper. Es müsste dann, wie schon hervorgehoben, die Differenz, welche zwischen dem auf die vordere und dem auf die hintere Linsenfläche wirkenden Drucke herrscht von der Choreoidea getragen

werden, und die Accomodation würde wenigstens in erster Linie nicht mehr auf einer Formveränderung, sondern auf einer Lageveränderung der Linse beruhen. Die Formveränderung würde schon desshalb nicht mehr in Betracht kommen, weil im Ruhezustand des Auges kein Zug in der Richtung des äquatorialen Linsenradius, sondern nur ein solcher nach hinten auf die Linse wirken würde.

Aus dem Umstande aber, dass Cramer[1] die Zunahme der Linsenwölbung bei elektrischer Reizung des Vogelauges beobachtet hat, sowie mit Rücksicht auf die oben angeführten Messungen intraoculären Druckes kann diese Voraussetzung wohl als ungerechtfertigt zurückgewiesen werden. Sie müsste das auch, wenn der Tensor choreoideae allein in der gangbaren Weise zur Erklärung der Accomodation herangezogen werden soll.

Es ist also die Linse des Vogelauges nahe ihrem Äquator an der Choreoidea einerseits, dem Ligamentum pectinatum andererseits aufgehängt. Im accommodationslosen Zustande des Auges wird sie durch einen radiären Zug, welchen diese Aufhängebänder ausüben, abgeplattet, analog dem Zuge, den die Membrana hyaloidea und die Zonula Zinnii im Säugethierauge ausüben. Sei es nun, dass dieser Zug in den elastischen Kräften der Aufhängebänder, sei es, dass er im intraoculären Druck seinen Ursprung hat, immer dient der in Rede stehende Muskelapparat des Vogelauges dazu, die Aufhängebänder abzuspannen und so zu ermöglichen, dass die Linse sich ihrer Gleichgewichtslage nähere.

Diese Anschauung findet in einem alten Versuche Cramer's ihre Bestätigung,[2] welcher zeigte, dass die Linse des Vogelauges ihre Accommodationsbewegung einstellt, wenn die Iris abgetrennt wird. Nach dem Dargelegten handelt es sich hier nicht um die Iris als solcher, sondern um das Ligamentum pectinatum, das natürlich bei dieser Abtrennung durchrissen wird. Es ist dann eben der ganze Aufhängeapparat der Linse zerstört, und es kann von einem Abspannen desselben durch Muskelaction nicht mehr die Rede sein.

---

[1] L. c. pag. 90.
[2] L. c. pag. 90.

S. Exner: Function d. Musc. Cramptonianus.

Fig. 1.
a
b

Fig. 2.
Lp.
mc
t

Fig. 3.
Lp.
Lc
n

Gez. v. Verf. lith. v. Dr. J. Heitzmann.   K.K. Hof-u. Staatsdruckerei

Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Durchschnitt durch das Auge eines Uhu nach Brücke. Bei *a* ist der *Musculus Cramptonianus*, bei *b* der Tensor choreoideae. Die durch ein Rechteck eingerahmte Stelle ist in

„ 2 nach einem anatomischen Präparat bei Lupenvergrösserung wiedergegeben, doch ist der Uvealtractus und die Linse *L* noch hinzugefügt. Der Crampton'sche Muskel *mc* ist durch Punktirung hervorgehoben. *J* Iris; *Lp* Ligamentum pectinatum.

„ 3. Die drei Muskelfasergruppen einer Taube. Auch hier sind die Muskelfasern punctirt. *J* Iris; *Lc* Linsenkapsel; *Lp* Ligamentum pectinatum; *n* ein Nervenstamm, der sich zwischen die beiden Bäuche der Müller'schen Portion einschiebt.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXXV. Band. II. Heft.

DRITTE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

IV. SITZUNG VOM 3. FEBRUAR 1882.

Herr Dr. L. J. Fitzinger übernimmt als Alterspräsident den Vorsitz.

Der Vorsitzende gibt der tiefen Trauer Ausdruck über das am 1. Februar d. J. erfolgte Ableben des Vicepräsidenten der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften

des Herrn k. k. Hofrathes

Dr. ADAM FREIHERRN v. BURG.

Die Mitglieder geben ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen kund.

Die Direction des k. k. militär-geographischen Institutes übermittelt 27 Blätter (19. Lieferung) Fortsetzungen der Specialkarte der österreichisch-ungarischen Monarchie (1 : 75000).

Das w. M. Herr Prof. E. Hering übersendet eine Abhandlung von Herrn Prof. Dr. Sigmund Mayer in Prag: „Beitrag zur histologischen Technik".

Herr Prof. Dr. A. Adamkiewicz in Krakau übersendet zu seiner Abhandlung über die Blutgefässe des menschlichen Rücken-

markes den II. Theil, betitelt: „Die Gefässe der Rückenmarksoberfläche“.

Herr Dr. Carl Braun, Director der erzbischöflichen Sternwarte in Kalocsa (Ungarn) übersendet ein versiegeltes Schreiben mit dem Motto: „*Lucrum temporis lucrum scientiae*“ und ersucht um Wahrung der Priorität bezüglich des Inhaltes.

Das c. M. Herr Prof. Sigm. Exner überreicht eine Abhandlung von Herrn Dr. B. Mandelstamm aus Kiew, betitelt: „Studien über Innervation und Atrophie der Kehlkopfmuskeln“.

An Druckschriften wurden vorgelegt.

Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Bulletin. 50° année, 3° série, Tome 2. Nr. 11. Bruxelles, 1881; 8°.

Accademia, R. Virgiliana di Mantova: Atti e Memorie. Mantova, 1881; 8°. — Del Lago di Garda e del suo emissario il Mincio del Jacopo Martinelli. Mantovo, 1881; 8°.

Apotheker-Verein allgem. österr.: Zeitschrift nebst Anzeigen-Blatt. XX. Jahrgang Nr. 3, Wien, 1882; 8°.

Bibliothèque universelle: Archives des sciences physiques et naturelles. 3° période. Tome VI. Nr. 12.—15. Décembre 1881. Genève, Lausanne, Paris, 1881; 8°. — Des mouvements périodiques du Sol accusés par des niveaux à bulle d'air; par M. Ph. Plantamour. Genève, Lausanne, Paris, 1881; 8°.

Chemiker-Zeitung: Centralorgan. Jahrgang VI. Nr. 3 & 4. Cöthen, 1882; 4°.

Commission de la Carte géologique de la Belgique: Texte explicatif du levé géologique de la Planchette de Tamise et de St. Nicolas; par M. le baron O. van Ertborn. Bruxelles, 1880; 8°. Notice explicative du levé géologique de la Planchette de Renaix, par M. le capitaine E. Delvaux — de Lille, d'Hérenthals et de Casterlé par M. le baron O. van Ertborn. Bruxelles, 1881; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome XCIV. Nrs. 2 & 3. Paris, 1882; 4°.

Elektrotechnischer Verein: Elektrotechnische Zeitschrift, III. Jahrgang 1882, Heft 1. Januar, Berlin, 1882; 4°.

Escola de minas de auro preto. Nr. 1. 1881. Rio de Janeiro. 1881; 8⁰.

Geschichtverein und naturhistor. Landesmuseum in Kärnten: Carinthia Zeitschrift. 71. Jahrgang 1881. Klagenfurt; 8⁰.

Gesellschaft deutsche, chemische: Berichte. XV. Jahrgang. Nr. 1. Berlin, 1882; 8⁰.

— deutsche geologische: Zeitschrift. XXXIII. Band, 3. Heft. Juli bis September 1881. Berlin, 1881; 8⁰.

— k. k. geographische in Wien: Mittheilungen. Band XXIV. (N. F. XIV) Nr. 11 und 12. Wien, 1881; 8⁰.

— königl. böhm. der Wissenschaften in Prag: Jahresbericht, 1880. Prag; 8⁰. — Sitzungsberichte. Jahrgang 1880; Prag; 8⁰. — Abhandlungen vom Jahre 1879 und 1880. VI. Folge. X. Band. Prag, 1881; 4⁰. Decem registra censuum bohemica compilata aetate bellum husiticum praecedente. Josef Emler. V. Praze, 1881; 8⁰.

— österreichische zur Förderung der chemischen Industrie: Berichte. III. Jahrgang. Nr. 4. Prag, 1881; 4⁰.

Instituto historico, geographico e ethnographico do Brasil: Revista trimensal. Tomo XXXIX, parte 1ª & 2ª. Rio de Janeiro, 1876; 8⁰. — Tomo XL; parte 1ª & 2ª. Rio de Janeiro, 1877; 8⁰. — Tomo XLI, parte 1ª & 2ª. Rio de Janeiro, 1878; 8⁰. — Tomo XLII, parte 1ª & 2ᵈᵃ. Rio de Janeiro, 1879. 8⁰. — Tomo XLIII, parte 1ª. Rio de Janeiro, 1880; 8⁰.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik. XI. Band. Jahrgang 1879. Heft 3. Berlin, 1882; 8⁰.

Journal für praktische Chemie. N. F. Band XXV. 1. & 2. Heft. Leipzig, 1882; 8⁰.

Museo nacional de Mèxico: Anales. Tomo II. Entrega 4. México, 1881; 4⁰.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1881. XXXI Band. Nr. 4. October — December. Wien, 1881; 4⁰.

Scheffler, Hermann Dr.: Das Wesen der Elektricität, des Galvanismus und Magnetismus. II. Supplement zum II. Theile der Naturgesetze. Leipzig, 1882; 8⁰.

Société des Ingenieurs civils: Mémoires et compte rendu des travaux. 4ᵉ série, 34ᵉ année, 11ᵉ cahier. Novembre 1881. Paris, 1881; 8⁰.

Society, the American philosophical: Proceedings. Vol. XIX. Nr. 108. Philadelphia, 1881; 8°.

— the royal astronomical: Monthly notices. Vol. XLII. Nr. 2. December, 1881. London, 1881; 8°.

— the royal geographical: Proceedings and monthly report of Geography. Vol. IV. Nr. 1. January, 1882. London; 8°.

— the American metrological: Proceedings. Vol. I. December 1873, to May, 1878. New-York, 1880; 8°. — Vol. II. December, 1878, to December, 1879. New-York, 1880; 8°.

— the Boston of natural history: Anniversary Memoirs. Fiftieth Anniversary of the Society's Foundation. 1830—1880. Boston, 1880; gr 4°.

Tommasi. Donato Dr.: Sopra una nuova modificazione isomera del Triidrato alluminico. Torino, 1880; 8°. — Réponse à une note de M. A. Riche sur la Reduction du Chlorure d'Argent par la lumière. Torino, 1880; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXII. Jahrgang. Nr. 3 & 4. Wien, 1882; 4°.

Wissenschaftlicher Club in Wien: Monatsblätter. III. Jahrgang. Nr. 4. Wien, 1882; 8°.

Zürich, Universität: Akademische Schriften von 1880—1881. — 40 Stücke 4° & 8°.

Beitrag zur histologischen Technik.

Von Dr. **Sigmund Mayer,**

a. ö. Professor der Physiologie und Vorstand des histologischen Institutes der k. k. Universität zu Prag.

(Mit 2 Tafeln.)

Seitdem Gerlach die Färbung thierischer Gewebe in die Histologie eingeführt hat, ist man unablässig bestrebt gewesen, den Kreis der Erfahrungen auf diesem Gebiete zu erweitern. Wirft man einen Blick auf die Zusammenstellung der in der histologischen Technik bereits verwendeten Farbstoffe, wie sie z. B. in der neuesten Auflage von Frey's Buch (Das Miskrokop und die mikroskopische Technik, VII. Aufl., 1881, pag. 94 u. f.) mitgetheilt ist, so könnte man wohl auf den Gedanken kommen, dass die bereits mehr oder weniger ausgebildeten Tinctionsmethoden dem Bedürfnisse mehr als ausreichend Genüge leisten.

Man wird sich in der That, im Hinblick auf die grosse Anzahl der in der histologischen Technik bereits verwendeten Farbstoffe von verschiedenartigster chemischer Constitution, nur nach reiflicher Prüfung der specifischen Vortheile eines Tinctionsverfahrens dazu entschliessen, mit der Anempfehlung einer neuen Methode der Färbung thierischer Gewebe hervorzutreten.

Die Mehrzahl der Färbemittel, deren sich die Histologen in der neueren Zeit bedienen, wird auf die Gewebe gewöhnlich erst dann angewendet, wenn dieselben vorerst zum Behufe einer Erhärtung oder einer mehr oder weniger hochgradigen Maceration, in Salzen (chromsaure Salze), Salzmischungen (Müller'sche Flüssigkeit), Säuren (Pikrinsäure, Chromsäure u. s. w.) oder in Alkohol verweilt haben. Nur Ranvier hat neuerdings der Untersuchung frischer Gewebe nach Färbung mit Pikrocarmin eine grössere Aufmerksamkeit zugewendet; doch werden die mit der

genannten Ranvier'schen Methode zu erzielenden Resultate gewöhnlich dadurch wieder zum Theile geschmälert, dass das so gefärbte Präparat nachträglich mit Glycerin oder Glycerinameisensäure behandelt wird.

Meine hier mitzutheilenden Erfahrungen beziehen sich sämmtlich auf die Tinction von Theilen, die entweder ganz frisch dem eben getödteten Thiere, oder etwa 12—18 Stunden nach dem Tode den vorher nicht eröffneten Körperhöhlen entnommen wurden. Dieselben verweilten niemals in einer anderen Flüssigkeit, als zur Vermeidung des Austrocknens, kurze Zeit in $^{1}/_{2}{}^{0}/_{0}$ger Kochsalzlösung.

Aus dem eben Mitgetheilten geht schon hervor, dass sich meine Beobachtungen nur auf solche thierische Theile beziehen können, welche so dünn sind, dass sie ohne weitere Vorbereitungen der mikroskopischen Untersuchung in durchfallendem Lichte unterzogen werden können. Die Anschauungen, welche sich aber aus dem Studium dieser Gebilde, also der serösen Platten und Membranen der Brust-, Bauch- und Beckenhöhle ergeben, sind so vielfältig und in vielfacher Beziehung so interessant und belehrend, dass ich mich vorderhand ganz auf dieselben beschränkt habe.

Der Farbstoff nun, dessen eigenthümliche Wirkungen auf frische oder erst kurze Zeit ohne Zusatzflüssigkeiten spontan abgestorbene, transparente Gewebe ich schildern will, wird unter dem Namen Violett, B von der Anilinfarbenfabrik der Herren Bindschedler und Busch in Basel in den Handel gebracht.[1]

---

[1] Der Farbstoff Violett, B wird durch Oxydation von reinem Dimethylanilin erhalten.

Die mitzutheilenden Beobachtungen lagen mir der Hauptsache nach bereits vor, als ich auf das von Weigert für die Färbung von Mikrococcen empfohlene Gentianaviolett (Virchow's Archiv, Bd. 84, pag. 275. 1881) aufmerksam wurde. Versuche mit diesem Farbstoffe haben mir gezeigt, dass er im Wesentlichen dieselben Dienste leistet, wie das Violett, B; in der That ist er auch chemisch mit demselben identisch. Das Gentianaviolett enthält einen im Violett, B nicht vorkommenden indifferenten Zusatzstoff, wodurch es bedingt sein mag, dass die Wirkungen des Violett, B bei gleicher Concentration der Lösung intensiver sind

Die Herren Bindschedler und Busch in Basel und die Actienfabrik für Anilinfarben in Berlin (Hallesches Thor) haben mich

Dieser Farbstoff ist in Wasser leicht löslich; ich benützte eine Lösung von 1 Gramm desselben in 300 Kubikcentimeter einer $^1/_2$ %igen Kochsalzlösung. Diese Lösung stellt, bei äusserst intensiver Färbekraft des Körpers, eine tiefviolett gefärbte Flüssigkeit dar.

Um nun auf diejenige Wirkung des Violett B auf thierische Gewebe, welche uns als die wichtigste und interessanteste bis jetzt erschienen ist, besonders eindringlich hinzuweisen, besprechen wir zuerst die Anschauungen, welche man von dem mit Violett, B gefärbten grossen Netze des Kaninchens gewinnen kann.

Aus dem grossen Netze des Kaninchens[1] excidire man ein Stück und schüttle dasselbe schonend zum Behufe der Entfernung von Gerinnseln und des Endothels in etwas $^1/_2$ %iger Kochsalzlösung in einen Probirröhrchen. Alsdann wird dieses Stück auf einer Glasplatte, die sich auf dunklem Grunde befindet, mit Hilfe eines Pinsels glatt ausgebreitet, wodurch das Endothel gewöhnlich ziemlich vollständig entfernt wird. Will man nun so rasch als möglich zu einem Präparate gelangen, welches die specifischen Wirkungen des Violett, B in eindringlicher Weise aufweist, so muss man sich an dem ausgebreiteten Netzstücke eine Stelle aussuchen, an welcher sich die von Ranvier[2] erörterten taches laiteuses oder, wie ich sie nennen werde, Trübungen vorfinden; ausserdem muss man darauf achten, eine Stelle zu wählen, an welcher zu diesen Trübungen hintretende Blutgefässe schon mit freiem Auge zu bemerken sind. Ein derartiges Stück wird nun

---

bei der Ausführung dieser Untersuchung durch gefällige Überlassung des einschlägigen Materials auf das freundlichste unterstützt. Es ist mir eine angenehme Pflicht, hiefür auch öffentlich meinen Dank auszusprechen.

[1] Der zu beschreibende Versuch wird am besten gelingen, wenn man das Netz eines jungen oder halbwüchsigen mageren Thieres benützt.

[2] Ranvier hat geglaubt, für eine von ihm vermeintlich neu gemachte Beobachtung, die aber vor ihm bereits von Knauff, Flemming und Klein in der Literatur besprochen war, einen neuen Namen einführen zu müssen. Wir sehen uns nicht veranlasst, diesen Namen zu adoptiren, und werden die in Rede stehenden Bildungen, auf welche wir in einer späteren Arbeit zurückkommen werden, in der auch die einschlägige Literatur berücksichtigt werden soll, einfach als Trübungen des Netzes bezeichnen.

am besten mit einer starken, sehr spitzen Nadel aus dem übrigen Gewebe ausgeschnitten, flach mit dem Pinsel ausgebreitet und mit einem Tropfen der Farbstofflösung benetzt. In diesem Tropfen braucht das Gewebsstückchen höchstens 10—30 Secunden zu verweilen; alsdann wird es am besten, zur Vermeidung von Läsionen mit einer an einem Glasstabe befestigten Schweinsborste aus dem Farbstofftropfen herausgenommen, in Kochsalzlösung abgespült, auf dem Objectträger in Kochsalzlösung ausgebreitet, und das Präparat ist zur Untersuchung fertig.

Wirft man nun mit schwachen bis mittelstarken Linsen (Obj. 2—5, Hartn.) einen Blick auf ein solches, roth mit einem mehr oder weniger starken Stich ins Blaue gefärbtes Präparat, so wird man von der ausserordentlichen Zierlichkeit der sich darbietenden Zeichnung einigermassen überrascht sein.

Indem wir auf die beigegebenen Abbildungen verweisen, welche besser als Beschreibungen eine Vorstellung von dem sich darbietenden Bilde geben können, heben wir die nachfolgenden Punkte hervor.

Aus der blassroth gefärbten bindegewebigen, bekanntlich mehr oder weniger gitterartig durchbrochenen Grundsubstanz heben sich sämmtliche Constituentia des Blutgefässsystems mit der grössten Schärfe in rother oder blaurother Farbe hervor.

Die grösseren und kleineren mit starker Ringmusculatur versehenen Arterien zeigen letztere deutlich unter dem bekannten Bilde der Querbänderung. Die aus den kleinsten Arterien sich entwickelnden Capillargefässe lassen sich in ihrer mannigfachen Schlingen- und Netzbildung aufs klarste übersehen; die kernigen Einlagerungen in ihrer Wandung, sowie allenfallsige adventitielle Hüllen treten scharf hervor. Der Zusammentritt der Capillaren zu kleinsten und grösseren Venen liegt ebenfalls klar zu Tage; die Kerne der die Intima auskleidenden Endothelzellen kommen oft äusserst deutlich zum Vorschein.

Beim Anblick eines derartigen Präparates aus dem Netze wird man nun keinen Augenblick im Zweifel darüber sein können, dass die Tinction der Gefässe in dem vorliegenden Falle der Injection derselben entschieden den Rang abläuft. Man

vergleiche nur die dieser Mittheilung beigegebenen Abbildungen mit der Darstellung des Gefässsystems des ganz gleichen Objectes durch Ranvier in Bd. II, (II. Sér.) der Arch. d. physiologie etc., 1874. Die Zierlichkeit der durch Injection gewonnenen Bilder, welche Ranvier besonders hervorgehoben hat, wird gewiss noch übertroffen durch Präparate, in denen auf dem Wege der Tinction das Blutgefässsystem dargestellt wurde.

Vergleicht man nun die Injectionsmethode mit der von uns angegebenen Tinction in Bezug auf die Darstellung des Blutgefässsystems, so ergibt sich alsbald, dass die letztere an Einfachheit und Leichtigkeit der Durchführung und an Raschheit des Erfolges die Injection weitaus übertrifft. Jede Injection erfordert selbst in den allereinfachsten Fällen eine Reihe von Vorbereitungen; kleine Zwischenfälle können den Erfolg leicht vereiteln. Mit Hilfe der von uns geübten Methode lässt sich innerhalb des Zeitraumes einer halben Minute ein vollständiger Überblick über die Anordnung des Gefässsystems gewinnen. [1]

Weiterhin ist es klar, dass durch die Injection der Einblick in die Structur der Gefässwandungen sehr erschwert wird, während die Tinction ein genaues Studium der letzteren vollständig gestattet.

Drittens können an Injectionspräparaten immer Zweifel auftauchen, ob die Injectionsmasse nicht durch irgend einen Zufall ihren richtigen Weg verfehlt habe; solche Zweifel werden den Beobachter von Tinctionspräparaten des Gefässsystems kaum anwandeln, da die Wirkung des Farbstoffs im ganzen Gewebe zu scharf zu Tage tritt, als dass man nur vermuthen könnte, es hätten gewisse Theile derselben entgehen können. Will man jedoch einen derartigen Verdacht näher prüfen, so steht gar nichts im Wege, eine Nachfärbung vorzunehmen, zu der man nöthigenfalls beliebig oft schreiten kann.

Zu stark gefärbte Präparate kann man durch Auswaschen in $^1/_2$ $^0/_0$iger Kochsalzlösung wieder leicht auf einen wünschenswerthen Grad schwächerer Färbung bringen.

---

[1] Wir wiederholen nochmals, zur Vermeidung jeglichen Missverständnisses, dass sich alles hier Vorgebrachte nur auf die dünnen Platten des serösen Systems bezieht.

Viertens werden Injectionspräparate gewöhnlich erst nach dem Verweilen in anderen Flüssigkeiten oder nach Zusatz stark lichtbrechender Substanzen untersucht, wodurch viele, sehr zarte Structurverhältnisse verwischt werden. Dieser Übelstand kommt bei der von uns geschilderten Tinctionsmethode nicht in Betracht.

Fünftens liegt es in der Natur der Injectionsmethode, dass dieselbe das Gefässsystem nur vollständig zur Darstellung bringt, insoweit dasselbe canalisirt ist. Durch unsere Methode sind wir jedoch in Stand gesetzt, die canalisirten und die soliden Bestandtheile des Blutgefässapparates in gleich scharfer Weise zur Anschauung zu bringen.[1]

Sechstens ist es bei einer Untersuchung, in welcher es vorerst nicht sowohl auf das Studium fixer Formen, als vielmehr auf eine Übersicht zahlreicher und fortwährend sich ändernder Bilder ankommt, von nicht hoch genug anzuschlagender Bedeutung, dass man in relativ kurzer Zeit sehr zahlreiche Präparate durchmustern kann.

Über die Art und Weise der Einwirkung des Violett, B auf das Gefässsytem haben wir nur noch wenig hinzuzufügen.

---

[1] An dieser Stelle will ich bemerken, dass ich im Verlaufe einer Untersuchung über Rückbildungs- und Neubildungsvorgänge innerhalb des Blutgefässsystems darauf angewiesen wurde, eine Methode zur Darstellung der Blutgefässe durch Tinction aufzufinden. Durch systematisches Probiren vieler Farbstoffe stiess ich endlich auf das erwähnte Violett, B.

Dass auch andere Farbstoffe, wie Haematoxylin, Eosin, Pikrokarmin, Chlorgold, unter Umständen die Bestandtheile des Blutgefässsystems mehr oder weniger scharf hervortreten lassen, ist mir sowohl aus den Angaben anderer Forscher, wie aus meinen eigenen Erfahrungen hinlänglich bekannt. Die erwähnten Farbstoffe halten aber nach dieser Richtung hin einen Vergleich mit dem Violett, B nicht aus.

Die vorliegende Arbeit dient nur als Einleitung zu der Mittheilung einer grösseren Untersuchung, die ich mit Hilfe der erörterten Methode ausgeführt habe, und mit der ich noch fortwährend beschäftigt bin.

Die bis jetzt gewonnenen Resultate haben mir die Überzeugung verschafft, dass der Abschluss dieser Untersuchungen noch in weite Ferne gerückt sein dürfte. Es scheint mir daher nicht unzweckmässig zu sein, die bereits erzielten, hinlänglich gesicherten Ergebnisse vorläufig zu publiciren.

Ich beschränke mich somit in der vorliegenden Arbeit nur auf die Schilderung der Methode und behalte die Mittheilung der mit derselben bereits eruirten neuen Thatsachen einer besonderen Publication vor.

Die Gefässwandungen erscheinen in einem nur eine schwache Beimengung von Blau enthaltenden röthlichen Farbenton; die Kerne sind gewöhnlich dunkelblau gefärbt. Zuweilen kommt es jedoch vor, dass die Färbung stärker ins Blaue sticht, als man dies gewöhnlich beobachtet.

Wie bereits oben bemerkt, kann man an den einem eben getödteten Thiere entnommenen, gewiss noch als überlebend zu betrachtenden Theilen das Gefässsystem mit Hilfe unserer Methode in aller Schärfe darstellen. Doch muss man auf ganz frische Theile den Farbstoff etwas längere Zeit einwirken lassen (etwa $^1/_2$—1 Min.), um schöne Präparate zu erhalten.

Wir haben, um die Anwendung des Farbstoffes und seine specifischen Wirkungen auf das Gefässsystem zu schildern, das grosse Netz des Kaninchens gewählt, weil gerade an diesem Objecte die so eigenthümliche und zierliche Gefässanordnung in den sogenannten vascularisirten Trübungen die Brauchbarkeit der Gefässtinction durch Violett, B in besonders glänzendem Lichte erscheinen lässt. Man erhält jedoch von allen hinreichend dünnen Bestandtheilen der Brust-, Bauch- und Beckenserosa gleich schöne und instructive Bilder.[1] Als ein besonders geeignetes Object zur Anwendung des Violett, B empfehle ich noch die Membrana hyaloidea des Froschauges, an welcher man durch diese Methode sehr wichtige Aufschlüsse über die Anordnung und den Bau der Blutgefässe gewinnen kann. Die Färbung des Gefässsystems der Membrana hyaloidea erfordert ebenfalls eine etwas längere Dauer der Einwirkung (etwa 1 Min.).

Wenn es nun auch hauptsächlich das Blutgefässsystem ist, dessen Färbung durch das Violett, B vorzugsweise meine Aufmerksamkeit auf sich gezogen hat, so drängen sich einem bei der Durchmusterung zahlreicher Tinctionspräparate doch noch einige andere Wirkungen dieses Farbstoffes auf, die ich nicht mit Stillschweigen übergehen kann. Wenn sie auch der Hauptsache nach nicht specifisch sind, so gewinnen sie doch im

[1] Meine Erfahrungen beziehen sich bis jetzt auf die betreffenden Theile des neugeborenen und erwachsenen Menschen; auf Hund, Katze, Ratte, Maus, Eichhörnchen, Frosch, Salamander, Triton.

Zusammenhang mit der gleichzeitig auftretenden scharfen Zeichnung des Gefässsystems ein besonderes Interesse. Jedenfalls aber lassen sich die mitzutheilenden Erfahrungen für den demonstrativen Theil des histologischen Unterrichtes mit grossem Vortheil verwerthen, wobei wiederum die grosse Einfachheit des Verfahrens und die Raschheit der Präparatherstellung ihre Rolle spielen.

Es kann nicht fehlen, dass man bei der Untersuchung der serösen Gebilde häufig auf mehr oder weniger massige, in den verschiedensten Stadien der Fettimpletion sich befindende Lager von Fettzellen stösst. Wo letztere vollständig mit Fett gefüllt und ausserdem in dicken Schichten angeordnet sind, da gibt auch unsere Methode wenig mehr Einblick, als die Untersuchung in frischem Zustande. Handelt es sich jedoch um ein spärliches Fettlager, oder um ein solches, in welchem mehr oder weniger ausgebildete atrophische Processe in den Fettzellen und dem Blutgefässsystem Platz gegriffen haben, dann erhält man durch die einfache Momentantinction mit Anilinviolett, B Bilder von überraschender Schönheit und Anschaulichkeit. Innerhalb der äusserst scharf hervortretenden Capillaren, deren Zusammenhang mit Gefässen grösseren Calibers klar zu übersehen ist, liegen dann die Fettzellen, in denen sich die Fetttropfen von dem roth gefärbten Protoplasma und dem dunkler gefärbten Kerne scharf abzuheben. Ganz besonders instructive Bilder bieten Stellen mit ausgesprochener Atrophie; in diesen Fällen tritt das Gefässnetz ausgezeichnet klar hervor; an den Zellen selbst erscheinen in besonders günstigen Fällen mit grosser Deutlichkeit Zellenmembran, protoplasmatischer und seröser Inhalt, Fetttröpfchen in verschiedener Grösse und endlich ein oder mehrere Kerne.

Zwei Beobachtungen möchte ich hier noch anschliessen, die an mit Violett, B gefärbten Präparaten die Aufmerksamkeit öfters auf sich ziehen.

1. Es kommt nämlich gar nicht selten vor, dass sich die in den Fettzellen enthaltenen Fetttropfen intensiv violett oder blau färben. Welche chemische Processe in der Fettzelle vor sich gehen, die es zu Wege bringen, dass Fett einen in wässeriger Lösung befindlichen Farbstoff annimmt, habe ich nicht weiter untersucht. Gelegentlich hat übrigens schon Flemming bemerkt, dass das Fett der Fettzellen hie und da tingirbar ist.

2. Gewöhnlich in der Nähe mehr oder wenig atrophischer Fettlager, oder auch unabhängig von letzteren, dann aber gewöhnlich noch in der nächsten Nachbarschaft von Blutgefässen finden sich in den serösen Häuten bei der Ratte ganz eigenthümliche zellige Elemente, die sich, ihren Reactionen nach, den in der letzten Zeit mehrfach erörterten Plasma- und Mastzellen anzuschliessen scheinen.

Durch die Tinction des frischen Mesenteriums, Netzes oder Ligamentum uteri etc. mit Violett, B treten sie äusserst scharf charakterisirt hervor, während sie im frischen Zustande sehr wenig sich bemerklich machen.

Diese Zellen sind nun dadurch gekennzeichnet, dass sie aus Körnchen bestehen, die nicht zu einer von regelmässigen Contouren begrenzten Masse zusammengeformt sind, sondern in unregelmässiger Weise ausgestreut liegen. Inmitten dieser Körnchen liegt gewöhnlich ein tief dunkelblau gefärbter Kern, der deutlich hervortritt, wenn die Körnchenmasse violett gefärbt ist; hat aber letztere selbst, wie dies viel öfters vorkommt, sich in dunkelblauer Farbe, die ohne Beimengung von Roth ist, gefärbt, dann ist der Kern weniger gut zu sehen und scheint öfters ganz zu fehlen.

Die erwähnten sehr merkwürdigen Gebilde, so sehr sie ihrer Majorität nach gewisse Beziehungen zu den Fettherden und den Blutgefässen erkennen lassen, kommen jedoch auch abseits von legitimen Blutgefässen vor. Auf ihre Bedeutung will ich hier nicht näher eingehen, da sie in meinem Laboratorium im Augenblicke Gegenstand einer besonderen Untersuchung bilden.

Das Violett, B besitzt die Eigenschaft in seiner oben geschilderten Anwendung auch die Substanz und die Kerne der fixen Bindegewebszellen intensiv zu färben. Die verschiedenen Configurationen der letzteren treten daher an derart gefärbten Präparaten sehr deutlich hervor. Benützt man als Untersuchungsobject nach dieser Richtung hin das von E. Klein[1] empfohlene infraorbitale, gallertige Gewebe des Kaninchens, so erhält man über diesen Gegenstand sehr instructive Bilder.

---

[1] E. Klein, The anatomy of the lymphatic system. I. The serous membranes. pag. 21. London 1873.

Bei der Untersuchung gewisser Bestandtheile der Beckenserosa, sowie ganz besonders an dem mit Violett, B tingirten Mesenterium von Triton cristatus und Salamandra maculata bemerkt man, dass die glatten Muskelfasern durch die starke Färbung ihrer länglichen Kerne und die weniger intensive Tinction ihrer eigentlichen Substanz sich sehr klar von ihrer Umgebung abheben. Indem ich mir die Mittheilung über die an den glatten Muskelfasern mit Hilfe dieser Untersuchungsmethode gemachten Beobachtungen für eine spätere Publication vorbehalte, will ich nur noch zwei Punkte besonders hervorheben.

Erstlich findet man, wenn mit Hilfe der beschriebenen Methode zahlreiche Präparate aus den serösen Membranen untersucht, dass hie und da auch an anderen, als an den mit dem Generationsapparat in Verbindung stehenden Bestandtheilen der Beckenserosa wie in der Brust- und Bauchserosa, vereinzelte Züge von glatten Muskelfasern auftreten. [1]

Zweitens habe ich beim Kaninchen ein öfters sehr reich entwickeltes Lager von netzförmig mit einander verflochtenen glatten Muskelfasern in der serösen Platte aufgefunden, in welcher das Vas deferens und die Vasa spermatica verlaufen. Über dieses Lager von glatter Musculatur, das sich zu Demonstrationspräparaten sehr eignet, habe ich in der deutschen Literatur vergeblich nach einer Notiz gesucht. [2]

Eine ausgezeichnete Reaction zeigen dem Violett, B gegenüber die elastischen Fasern. Die Netzbildungen der letzteren

---

[1] Vergl. E. Klein, The anat. of the lymph. Syst. II. The lung, pag. 8; Ders. and E. Noble Smith, Atlas of histology, London, 1880, pag. 73.

[2] In dem Précis d'histologie humaine et d'histogénie, von G. Pouchet und F. Tourneux, II. édit., Paris 1878, findet sich pag. 737 die Angabe: „On trouve en dehors du canal déférent, dans le tissu lamineux du cordon, un certain nombre de faisceaux de fibres-cellules volumineux."

Wir halten es nicht für überflüssig, hier zu bemerken, dass wir die Diagnose auf glatte Muskelfasern wesentlich auf die Charaktere der spindelförmigen Gestalt und des länglichen Kernes gestützt haben. Beide Eigenschaften traten in unseren Beobachtungen oft so scharf hervor, dass wohl kein Mikroskopiker nach dieser Richtung hin einem Zweifel Raum gegeben haben würde. Im Hinblicke auf den Umstand, dass ich den Nachweis der physiologischen Eigenschaft der Contractilität noch nicht angestrebt habe und dass vielfach darüber gestritten wurde, ob gewisse spindelförmige

zeichnen sich von der Umgebung dadurch sehr scharf ab, dass sie sich mit dem Farbstoff in einer Farbennuance darstellen, in welcher von dem Roth der violetten Farbstofflösung fast gar nichts übrig geblieben ist; es erscheinen dann die elastischen Fasernetze ultramarinblau gefärbt. Wenn es somit darauf ankommt, sich über den individuellen, so sehr schwankenden Gehalt der serösen Häute an elastischen Fasern eine Aufklärung zu verschaffen, so kann man von dem Violett, B mit Vortheil Gebrauch machen.

Als ein besonders geeignetes Object zur Demonstration der Wirkung des Violett, B auf die Netze elastischer Fasern erwähne ich das Mesorectum des Kaninchens.

Endlich soll noch bemerkt werden, dass sich hie und da die grösseren und kleineren Lymphgefässe, sowie auch die feineren Verästigungen der marklosen Nerven in ausgezeichneter Weise mit dem Farbstoff imprägniren, so dass man ihren Verlauf sehr gut verfolgen kann.[1]

Werfen wir nun einen Rückblick auf die geschilderten Wirkungen, welche das Violett, B auf die verschiedenen Gewebe und die Blutgefässwandungen ausübt so bemerken wir, dass auch dieser Farbstoff, wie so viele andere, specifisch elective Eigenschaften nicht in dem Masse besitzt, wie es für die Zwecke histologischer Untersuchungen wünschenswerth wäre. Man könnte sogar auf den Gedanken kommen, dass der Nutzen seiner

---

Elemente dem Muskelgewebe beizuzählen seien oder nicht, würde es wohl zweckmässiger sein, zu sagen: „Fasern von dem Aussehen glatter Muskelfasern.“ Ich hoffe bald in der Lage sein zu können, Beobachtungen vorzulegen, die auf die eben erwähnten Controversen über die muskulöse oder andersartige Natur gewisser spindelförmiger Elemente ein neues Licht zu werfen im Stande sind.

[1] An den serösen Häuten des Frosches bringt die Behandlung mit Violett, B die Netze markloser Nervenfasern in einer Schärfe zur Anschauung, die durch die langwierige und unsichere Imprägnation mit Chlorgold kaum übertroffen wird. Für die Zwecke histologischer Demonstrationen möchte ich hierauf besonders hinweisen.

Das Verweilen einer entsprechend dünnen serösen Membran des Frosches in einem Tropfen der Farbstofflösung während 2 Minuten genügt um überraschend schöne Nervenpräparate zu erhalten.

Anwendung für die Untersuchung des Gefässsystems eine illusorische sei, da ja nicht allein die Blutgefässwandungen gefärbt werden, sondern auch, wie wir gesehen haben, die Zellen des Bindegewebes, die elastischen Fasern, die glatten Muskelfasern, die Lymphgefässe und die Nerven.

Wenn es nun auch ganz richtig ist, dass die beschriebene Methode an einem bestimmten Objecte um so weniger specifische Vortheile bietet, je mehr in demselben differente Bestandtheile in ansehnlicher Menge vorhanden sind, so wird gleichwohl ihre mannigfache Brauchbarkeit Jedem, der einmal eine Reihe von Versuchen mit dem Violett, B gemacht hat, einleuchten. Selbst in dem eben angeführten ungünstigen Falle, in welchem durch die massige Anwesenheit verschiedener intensiv sich färbender Gewebselemente das hervorgerufene Bild complicirt ist, wird die histologische Analyse durch die Färbung überhaupt, und dann durch die verschiedenen Nuancen der letzteren sehr erleichtert. Es wiederholt sich hier ein Verhalten, wie es in gleicher Weise z. B. auch an der mit Chlorgold behandelten Froschharnblase beobachtet wird.

Wenn aber in den serösen Häuten, wie dies oft der Fall ist, neben der bindegewebigen mehr oder weniger zellenreichen, fibrillären Grundsubstanz, nur noch das Gefässsystem, allenfalls Lymphgefässe und spärliche Verzweigungen markloser Nervenfasern das Object des Studiums abgeben sollen, dann leistet die beschriebene Methode zweifellos hervorragende Dienste.

Aus der früher erörterten Art und Weise, wie ich das Anilinviolett B auf die Gewebe anwende, um sie frisch der Untersuchung zu unterziehen, geht schon hervor, dass die Bedingungen für die Conservirung solcher Präparate nicht günstig sind. Ich muss nun hervorheben, dass ich noch keine ausgiebigen Versuchsreihen darüber angestellt habe, wie sich die ausserordentlich schönen Momentanpräparate zu Dauerpräparaten umgestalten lassen. So wünschenswerth der Besitz der letzteren auch sein mag, so fällt er doch nicht schwer ins Gewicht bei Objecten, die jeden Augenblick in jedem Laboratorium zur Hand sein müssen, und an welchen schon in der Zeit von 1—2 Minuten nach dem Tode die Haupterscheinungen mit dem Miskrokope wahrgenommen werden können.

Die Übertragung der gefärbten Präparate in Glycerin und Alkohol ist unzulässig, da die Farbe durch diese Reagentien rasch extrahirt wird. Die Conservirung in essigsaurem Kali ergab leidliche Resultate; ebenso zeigen Präparate vom Netz des Kaninchens, die ich in gut ausgebreitetem Zustande antrocknen liess und dann mit Dammar eindeckte, nach Verlauf eines halben Jahres noch unversehrte Färbung des Gefässsystems; zur Conservirung feiner Details dürften aber die beiden bis jetzt angewendeten Kunstgriffe kaum zu verwerthen sein.

Der Frage nach der Conservirung der mit Anilinviolett, B gefärbten Präparate gedenke ich noch weitere Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Abbildungen sind nach Präparaten gezeichnet, welche auf die im Texte beschriebene Art angefertigt wurden. Fig. 1 und 2 stammen vom Kaninchen, Fig. 3 und 6 von der Wanderratte, Fig. 4 vom gefleckten Salamander, Fig. 5 vom Frosch.

Tafel I.

Fig. 1. Übersichtsbild. Hartn. Oc. 2. Obj. II aus dem grossen Netz des Kaninchens *G*, gegitterte fibrilläre Grundsubstanz. *A*, Arterie. *V*, Vene. *F*, Fett.

Die Capillarnetze, in deren Maschen sich Zellenanhäufungen befinden, sind nicht besonders bezeichnet.

Fig. 2. Hartn. Oc. 2. Obj. 4. *G*, *A*, *V*, *F* wie in Fig. 1. Kaninchen, Brustserosa.

Fig. 3. Hartn. Oc. 3. Obj. 5. *V*, Vene. *A F*, Atrophische Fettzellen. *Z*, eigenthümliche, im Texte erwähnte Zellen. Gegitterte Grundsubstanz und deren andere zellige Einlagerungen nur skizzirt. Ratte, Brustserosa.

Fig. 4. Hartn. Oc. 2. Obj. 5. Grundsubstanz, nur skizzirt. *Gl. M*, Glatte Muskelfasern. *N*, marklose Nervenfaser. Mesenterium von Salamandra maculata.

Fig. 5. Hart. Oc. 2. Obj. VII. *V*, Vene. *N*, markloser Nerv, sich verzweigend. Fibrilläre Grundsubstanz mit Zellen, nur (farbig) skizzirt. Die zarten, blauen Linien in dieser Figur, ebenso wie in Fig. 6 sind elastische Fasern. *Z*, langgezogene, grobgranulirte Gebilde (Plasmazelle?). Frosch. Magenserosa.

Tafel II.

Fig. 6. Hartn. Oc. Obj. V. In dieser Figur treten die Vene, *V* mit dem Capillarnetz, die fibrilläre, reich mit Zellen durchsetzte Grundsubstanz, die elastischen Fasern und die eigenthümlichen Zellen sehr scharf hervor.

Auf die an verschiedenen Stellen der Abbildungen hervortretenden Abweichungen vom normalen Verhalten der Bestandtheile des Gefässsystems, gehe ich hier, entsprechend einer Bemerkung im Texte, nicht ein.

S. Mayer: B

Taf. I

V
O
F
A
F'
N

Josef Reisek ad n

K.K. Hof-u. Staatsdruckerei.

Fig. 6.

V

N

Z.

Z.

Studien über Innervation und Atrophie der Kehlkopfmuskeln.

Von Dr. **B. Mandelstamm** aus Kiew.

(Mit 1 Tafel.)

Seit geraumer Zeit herrschen in Betreff der Frage über die Innervation der Kehlkopfmuskeln nicht unbedeutende Meinungsdifferenzen. Während alle Autoren, von Longet angefangen, bezüglich der M. m. thyreo-arytaenoidei, cricoarytaenoidei postici, und laterales annehmen, dass sie von den N. n. recurrentes vagi innervirt werden, gehen ihre Ansichten, was die Innervation des M. interarytaenoideus, mit welchem Namen in dieser Arbeit der M. transversus sammt den M. m. obliqui[1] bezeichnet werden soll, und der M. m. cricothyreoidei anbelangt, auseinander. So behaupten die älteren Autoren, Longet, Volkmann, Reid,[2] dass die N. n. recurrentes alle Muskeln des Larynx, mit Ausnahme der M. cricothyreoidei innerviren; die letzteren werden einzig und allein vom N. laryngeus super. versorgt.

Dagegen scheint einerseits Joh. Müller[3] (dessen Ansichten von Volkmann nicht acceptirt wurden), diese beschränkte

---

[1] Ob bei Kaninchen (an denen ich meine Untersuchungen angestellt habe), die M. m. obliqui überhaupt existiren, lässt sich nicht mit Bestimmtheit aussagen; der M. interarytaenoideus ist bei diesen Thieren so klein, dass er sich nicht in seine Componenten zerlegen lässt. Sicher ist es jedenfalls, dass die M. m. ary- und thyreoepiglottici bei den Kaninchen nicht vorhanden sind, denn selbst bei genauester mikroskopischer Untersuchung liess sich keine Spur von ihnen nachweisen. Dieser Umstand erklärt es auch zur Genüge, warum ich in meiner Arbeit die Untersuchung der Innervation dieser Muskeln gänzlich unterlassen habe.

[2] Longet. Anatomie und Physiol. d. Nervensyst. 1849, II. Band. Volkmann. Wagner's Handwörterb. der Physiol. II. Bd. p. p. 585, 587. Reid. Physiol. anat. and pathol. researches, Edinb. 1848.

[3] Physiologie des Menschen I, pag. 795.

Innervationsrolle des N. laryngeus sup. angezweifelt, und ihm einen grösseren Antheil an der Stimmbildung vindicirt zu haben, andererseits hat Türck [1] in späterer Zeit Bedenken gegen die Annahme erhoben, dass der M. cricothyreoideus nur vom N. laryngeus sup. innervirt werde und, auf manche von ihm beobachteten Sectionsbefunde gestützt, sich dahin ausgesprochen, dass auch der N. recurrens an der Innervation des M. cricothyreoideus Theil nehmen müsse, vielleicht, indem er ihn mit trophischen Fasern versorge.

Endlich hat in neuerer Zeit Navratil [2] auf Grund seiner experimentellen Untersuchungen die Innervation des M. cricothyreoideus seitens des N. laryngeus sup. gänzlich in Abrede gestellt.

Andere Autoren, z. B. Riegel [3] halten überhaupt die Frage über die Innervation des M. cricothyreoideus für unentschieden.

Dem gegenüber, nehmen in jüngster Zeit Schech, [4] Schmidt [5] und viele Anatomen als selbstverständlich an, dass die Innervation des M. cricothyreoideus nur vom N. laryngeus sup. aus erfolge.

Was die Innervation des M. interarytaenoideus betrifft, so wurden für dieselbe bis in die jüngste Zeit ziemlich allgemein die N. n. recurrentes in Anspruch genommen; doch sprechen dagegen einerseits die experimentellen Ergebnisse von Schmidt [6] (die freilich von Schech bestritten wurden), andererseits so manche klinische Beobachtungen, [7] aus welchen bewährte Fachmänner, wie Ziemssen, Mackenzie und Andere, den Schluss ziehen, dass der M. interarytaenoideus, sowie die M. m. thyreo- und aryepiglottici nicht nur vom N. recurrens, sondern zum Theile auch vom N. laryngeus sup. innervirt werden. Die Angaben

---

[1] Türck. Klinik der Kehlkopfkrankheiten Wien, 1868.

[2] Berlin. Klin. Wochenschrift, 1871, pag. 394.

[3] Deutsch. Arch. für klin. Med. Bd. VII, p. 210.

[4] Zeitschrift für Biologie IX, 1873.

[5] G. Schmidt. Laryngoscopie an Thieren, Tübingen, 1873.

[6] Laryngoscopie an Thieren, Tübingen 1873, pag. 43.

[7] Traube. Gesammelte Beiträge z. Path. und Physiol. II. Bd., p. p. 505 und 676. Ziemssen. Deutsches Archiv für klin. Med. Bd. IV, 1868. Mackenzie. Die Krankheiten des Halses und der Nase, herausgegeben von Semon, 1880, pag. 594.

der Anatomen in Betreff dieser Frage lauten auch sehr verschieden; während die einen z. B. Langer[1]) dem N. laryngeus sup. wohl einen Antheil an der Innervation des M. interarytaenoideus zumuthen, will Luschka[2] seine Zweige, bei ihrem Durchtritte durch diesen Muskel, bis in die ihn bekleidende Schleimhaut der inneren Larynxfläche verfolgt haben und betrachtet sie als rein sensitive Nerven, die durchaus nicht an der Innervation des M. interarytaenoideus participiren.

So verschieden die Ansichten in Betreff der strittigen Innervationsfrage, so different sind auch die Wege, die zur Entscheidung derselben eingeschlagen wurden.

So z. B. wurden die Larynxnerven an lebenden Thieren bei eröffnetem Kehlkopfe gereizt, und die dabei entstehenden Muskelbewegungen studirt. (Longet, Volkmann, Reid a. a. O.)

Andere Forscher suchten die Leichenbefunde an den Kehlkopfmuskeln nach, aus irgend welchen Gründen eingetretener Lähmung des N. recurrens respective des N. laryngeus sup. für die Klärung der Frage über die Innervation dieser Muskeln zu verwerthen.

Doch haben leider, wie aus der Literatur ersichtlich, nur Wenige diesen Weg der Forschung betreten, und sind die Beobachtungen in dieser Richtung nur spärlich vorhanden.[3] (Die einzigen genaueren Angaben über Muskelatrophien des Kehlkopfes sind die von Türck, und wird von ihnen noch weiter unten die Rede sein.)

Übrigens dürfte auch diese Art, der Frage über die Innervation der Kehlkopfmuskeln näher zukommen, nicht als vollständig fehlerfrei und alle Details dieser Frage erschöpfend betrachtet werden, denn, wie wir unten sehen werden, gibt es unter diesen, anscheinend einfachen Verhältnissen Umstände, die leicht zu Täuschungen führen können.

Ein drittes Verfahren, welches zu unserer Frage in Beziehung steht, liegt in der Durchschneidung irgend eines Kehlkopfnerven

[1] Langer. Lehrbuch der Anatomie, Wien, 1865.

[2] Luschka. Der Kehlkopf des Menschen, Tübingen, 1871.

[3] Ich habe mich nicht vor der Arbeit gescheut, alle in der Literatur verzeichneten mir zugänglichen Krankenfälle in dieser Richtung durchzusehen.

an Thieren und Beobachtung der darauf eintretenden Stimmstörungen, sowie Formveränderungen der Glottisspalte.

Es wurde dieses von den älteren Autoren angebahnt und ist von den neueren (Vierordt,[1] Schmidt, Schech, Steiner[2]), mit Zuhilfenahme des Laryngoskops, des Genaueren durchgeführt worden. Jedoch haben diese letzteren Autoren die erwähnte Untersuchungsmethode nicht so sehr zum Zweck einer Eruirung der fraglichen Kehlkopfinnervation in Anwendung gezogen, sondern benützten diese Methode vielmehr, um die Rolle gewisser Kehlkopfmuskeln bei manchen Störungen der Stimme und Formveränderungen der Glottis zu studiren.

Was endlich den Weg der klinischen Beobachtung anbelangt, so wurde er in Bezug auf die Innervation des M. cricothyreoideus zumeist gar nicht verwerthet, da man bei der Deutung der klinischen Thatsachen im Allgemeinen von den als feststehend betrachteten Longet'schen Anschauungen über die Innervation des Larynx ausgegangen ist. Übrigens, wenn man bedenkt, wie schwer es ist, bei der laryngoskopischen Untersuchung über die Contractionen einzelner Larynxmuskeln sichere Aufschlüsse zu erhalten, so kann man diesem Wege der Untersuchung keine besondere Bedeutung für das Studium der Innervation der Larynxmuskeln beimessen.

Von grösserem Werthe sind die klinischen Beobachtungen an Kranken für die Eruirung der Innervation des M. interarytaenoideus, da Veränderungen in seiner Contraction viel leichter, als die des M. cricothyreoideus, dem laryngoscopirenden Auge zugänglich sind und reiner, d. h. unabhängiger, von den Bewegungen der übrigen Larynxmuskeln zur Beobachtung gelangen können.

Angesichts nun der oben angeführten Meinungsverschiedenheiten bezüglich der Innervation der M. m. cricothyreoidei und interarytaenoidei erschien es wünschenswerth, die ganze Angelegenheit einer erneuerten Untersuchung zu unterziehen.

Der von mir hiebei eingeschlagene Weg ist an und für sich nicht neu: er wurde schon oft in Anwendung gezogen, wo es galt,

[1] H. Vierordt. Dissertation, Tübingen 1876.

[2] Steiner. Verhdl. d. natr. med. Vereins. Heidelberg Bd. II.

einen anatomisch nicht zu eruirenden Innervationsmodus ausfindig zu machen.

Ich habe mir nämlich gedacht, dass sich ein näherer Einblick in die strittige Innervationsfrage gewinnen liesse, wenn nach Durchschneidung eines N. recurrens oder eines N. laryngeus sup. oder endlich beider N. n. recurrentes die Thiere einige Zeit am Leben erhalten und dann ihre Kehlkopfmuskeln untersucht würden. Liesse sich in einem jeden Falle nach Durchschneidung eines bestimmten Nerven eine Atrophie der nämlichen Muskeln mit Bestimmtheit nachweisen, so wäre dargethan, dass dieselben vom durchschnittenen Nerven innervirt werden.

Merkwürdigerweise ist diese so einfache Untersuchungsmethode behufs Eruirung der Larynxinnervation bisher noch nicht in Anwendung gezogen worden und wenn ich auch mit Hinblick auf die unvollkommenen Resultate der früher besprochenen Untersuchungsmethoden auch von diesem von mir eingeschlagenem Verfahren keine erschöpfende Lösung der bewussten Frage erwarten durfte, so schien es mir doch, als ob dasselbe bessere und entscheidendere Aufschlüsse geben oder doch wenigstens ein Geringes zur Klärung dieser Frage beitragen könnte.

Gegenüber dem Studium der Muskelatrophieen im Kehlkopfe an der menschlichen Leiche nach Lähmung eines Kehlkopfnerven besitzt meine Methode den Vorzug, dass bei derselben, da der Nerv durchschnitten wurde, seine Degeneration in allen seinen Fasern mit voller Bestimmtheit anzunehmen war.

Freilich ist auch der Nachtheil nicht zu verkennen, der darin liegt, dass die Untersuchungen sich auf das Thier beziehen und immer noch die Frage nach der Übertragbarkeit der Resultate auf den Menschen zu erledigen ist.

Der Methode der Nervendurchschneidung und nachträglichen Untersuchung der Stimmstörungen und Formveränderungen der Glottisspalte ist die meinige desswegen vorzuziehen, weil die Untersuchungsobjecte, wenn ich mich so ausdrücken darf, stabile sind und nicht durch Nebenumstände (wie z. B. Reflexbewegungen im Kehlkopf, gleichzeitige, von Seite des Beobachters nicht beabsichtigte Contractionen anderer Kehlkopfmuskeln u. s. w.) beeinflusst werden können, wie bei der ersteren Methode.

Die in der genannten Weise erzielten Resultate habe ich durch an Kehlkopfnerven vorgenommene Reizungsversuche zu controlliren und zu ergänzen mich bestrebt, wie ich später des Näheren erörtern will. Überall, wo nicht ausdrücklich ein anderes Thier genannt wird, bezieht sich meine Untersuchung auf das Kaninchen.

Nachdem mehrere Vorversuche, die ich zur Prüfung meiner Methode in oberwähnter Richtung an einigen jungen Katzen und Kaninchen angestellt hatte, wiewohl die Thiere nur kurze Zeit am Leben geblieben waren, ziemlich vertrauenerweckende Resultate ergeben hatten, ging ich in folgender Weise vor:

Es wurden zuerst an sechs Kaninchen der linke N. recurrens, in der Furche zwischen Oesophagus und Trachea, an anderen sechs der linke N. laryngeus susp. dicht an seiner Austrittsstelle aus dem N. vagus durchschnitten und der grösseren Sicherheit halber, je ein Stück aus demselben entfernt. Die Haut wurde zugenäht und die Thiere guter Pflege übergeben. Drei derselben starben bereits nach einigen Tagen. Von den übrigen blieben drei Thiere 2 Monate lang am Leben, die anderen sechs Kaninchen konnten $3^1/_2$—4 Monate lang erhalten werden. Nach Ablauf dieser Zeit wurden sie getödtet und untersucht.

Selbstverständlich habe ich jedesmal nach der Tödtung eines solches Thieres, ehe ich den Kehlkopf herauspräparirte, die Gegend des durchschnittenen Nerven seinem ganzen Verlaufe nach genau durchmustert, um sicher zu sein, dass der Nerv wirklich durchschnitten und keine Regeneration eingetreten war, und, um Wiederholungen zu vermeiden, berichte ich schon an dieser Stelle, dass bei keinem einzigen von allen hier zu besprechenden Kaninchen irgend eine Spur vom durchschnittenen Nerven nachzuweisen war.

Ausserdem will ich noch hinzufügen, dass die ausgeschnittenen Kehlköpfe jedesmal vor der Untersuchung einige Tage in verdünnter Chromsäurelösung und darauf einen Tag in Alkohol aufbewahrt wurden. Dann wurden die Kehlköpfe in Paraphin eingebettet und der ganzen Quere nach in eine continuirliche Reihe mässig dünner Schnitte zerlegt.

Ich schreite nun zur Beschreibung der von mir erzielten Atrophieresultate.

a) Kehlköpfe nach Durchschneidung der N. n. recurrentes.

An allen Kehlköpfen, deren linke N. n. recurrentes durchschnitten waren, konnte schon mit freiem Auge eine auffallende Volumverminderung und Abflachung des linken M. cricoarytaenoideus post. gegenüber dem der rechten Seite wahrgenommen werden. Der linke M. cricothyreoideus zeigte sich bei dieser Untersuchungsweise an allen diesen Kehlköpfen ganz normal, d. h. war ebenso dick und bauchig und von derselben Färbung, wie der der rechten Seite.

Am M. interarytaenoideus konnte bei keinem Kaninchen mit freiem Auge etwas wahrgenommen werden, da er bei diesen Thieren zu klein ist, und, selbst durch die Loupe betrachtet, keiner Beurtheilung unterzogen werden kann.

An den, behufs mikroskopischer Untersuchung angefertigten Querschnitten aller dieser Kehlköpfe liess sich ausser der oben erwähnten prägnanten Atrophie des M. cricoarytaenoideus post. eine nicht minder deutliche Atrophie des M. thyreoarytaenoideus und des M. cricoarytaenoideus lateral. der linken Seite nachweisen.

Der M. cricothyreoideus verhielt sich auch mikroskopisch an allen diesen Kehlköpfen ganz normal.

Um ein sicheres Urtheil über das Verhalten dieses Muskels zu gewinnen, wurden jedesmal einige mikroskopische Schnitte desselben zerzupft und dann untersucht.

Auch der M. interarytaenoideus wurde mikroskopisch an allen diesen Kehlköpfen intact befunden.

In den früher erwähnten Türck'schen Fällen von Recurrenslähmung sind auch in Betreff dieses Muskels mit den meinigen genau übereinstimmende Befunde verzeichnet. Auch Türck behauptet ausdrücklich, weder an den M. m. transversi, noch an den obliqui eine Atrophie beobachtet zu haben.

Die Atrophie der erwähnten Muskeln äusserte sich mikroskopisch in einer relativen Zunahme des Bindegewebes zwischen den einzelnen Muskelfasern, in einer beträchtlichen Verdünnung

derselben und an manchen Stellen in so vollkommenem Schwunde der Muskelsubstanz, dass nur noch bindegewebige Streifen anscheinend aus dem Sarcolemma der geschwundenen Muskelfibrillen bestehend, den Bau des Muskels erkennen liessen. Zwischen diesen Resten der Fasern gewahrt man dann reichliches Fettgewebe.

An Horizontalschnitten durch das atrophirte Stimmband kann man die eigenthümliche Erscheinung beobachten, dass die sich an den Aryknorpeln ansetzenden Enden des Stimmbandmuskels, insbesondere in den lateralen Antheilen desselben, weniger atrophirt erscheinen als die mittleren und vorderen Partien dieses Muskels.

Eine besondere Ausnahmsstellung nehmen an allen diesen Kehlköpfen einige wenige, dem vibrirenden Rande des Stimmbandes zunächst liegende Bündel des M. thyreoarytaenoideus ein, indem sie gar nicht atrophirt erscheinen. Es stimmt das mit den Sectionsbefunden von Türck (l. c. p. 440) auffallend überein; dieser Forscher fand nämlich in einigen Fällen von Recurrenslähmung beim Menschen die innersten Partien des entsprechenden Stimmbandmuskels mehr erhalten als die übrigen Partien desselben. Auf die Deutung dieser Erscheinung komme ich später zurück.

Es stimmten also die Atrophieresultate nach Durchschneidung des N. recurrens, den eben erwähnten und unten noch zu besprechenden Punkt ausgenommen, mit der allgemein herrschenden Anschauung über die Rolle dieses Nerven vollkommen überein, d. h. seine Durchschneidung hatte wirklich die Atrophie derjenigen Muskeln zur Folge, von denen eben allgemein behauptet wird, dass sie von diesen Nerven innervirt werden.

Auffallend war es allerdings, dass der M. interarytaenoideus, der ja auch nach der Meinung der meisten Autoren vom N. recurrens innervirt werden soll, an allen Präparaten der erwähnten Kehlköpfe intact befunden war.

Doch konnte dieses Verhalten durch die Annahme erklärt werden, dass dieser grossentheils unpaare Muskel wahrscheinlich im toto von beiden N. n. recurrentes innervirt werde, dass also die Durchschneidung des einen N. recurrens durchaus noch keine Atrophie dieses Muskels involvire.

Auf dieser Übereinstimmung, so wie auf der bekannten Erfahrung, dass jeder Muskel nach der Durchschneidung seines Nerven atrophirt, fussend, musste ich nun erwarten, dass ich an den Kehlköpfen der Kaninchen, denen der linke Laryngeus sup. durchschnitten wurde, alle Larynxmuskeln der operirten Seite vollständig intact und nur den linken M. cricothyreoideus atrophisch vorfinden werde. Die erste Hälfte dieser Voraussetzung bestätigte sich vollkommen, die zweite hingegen ganz und gar nicht.

b) Kehlköpfe nach Durchschneidung des N. Laryngeus sup.

Zu meinem nicht geringen Erstaunen erwies sich nämlich der linke M. cricothyreoideus an allen diesen Kehlköpfen vollständig intact, sein Querschnitt keineswegs geringer als derjenige der nicht operirten Seite, die Querstreifung seiner Fasern, ihre Dicke vollkommen normal.

Es wurden diese Resultate ausnahmslos an allen hieher gehörigen Kehlköpfen in gleicher Weise vorgefunden. Auch Messung mit dem Mikrometer ergab zwischen den Muskeln der beiden Seiten keinen Unterschied, weder was die Dicke des ganzen Muskels,[1] noch die der einzelnen Fasern anbelangt.

Auch hier wurde nicht verabsäumt, durch Zerzupfen einzelner Durchschnitte des Muskels die Fasern desselben einer genaueren Beobachtung zugänglich zu machen. Auch dies blieb ohne Resultat.

c) Physiologische Untersuchung der Kehlkopfnerven.

Wie sollte ich mir nun diesen auffallenden Befund erklären? Da gab es augenscheinlich nur zwei Möglichkeiten; entweder war die Behauptung, der M. cricothyreoideus werde vom N. laryngeus sup. innervirt, nicht richtig und ist die Innervation dieses Muskels vielmehr dem N. recurrens zuzuschreiben; oder der N. laryngeus sup. besorgt wirklich die Innervation des M. cricothyreoideus, aber es participiren an derselben auch andere Ner-

[1] Selbstverständlich wurden zu diesen Messungen nur streng horizontal geführte Schnitte verwendet.

ven; vielleicht der N. laryngeus sup. der entgegengesetzten Seite, vielleicht, wie schon Türck vermuthete, der N. recurrens der dem Muskel entsprechenden Seite, vielleicht auch beide. Gegen die erstere Auffassung spricht vor Allem die oben angeführte Intactheit dieses Muskels nach Durchschneidung des N. recurrens. Es musste also an die zweite Möglichkeit gedacht werden.

Wie aus der Literatur ersichtlich, wurden seit den Untersuchungen der älteren Autoren (Longet, Volkmann, Reid) von Niemanden mehr ausgedehnte Reizungsversuche an den N. n. laryngei sup., behufs Eruirung ihrer Beziehung zu den M. m. cricothyreoidei vorgenommen und hatte Navratil [1] freilich nur auf Grund von Nervendurchschneidungen behauptet, die Angaben der älteren Autoren seien unrichtig, der N. laryngeus sup. innervire gar nicht den M. cricothyreoideus. Wenn die Behauptungen dieses Autors von Schech widerlegt wurden, so geschah dies mehr auf theoretischer Basis als auf Grund von Experimenten, denn Schech [2] selbst führt nur einen Reizungsversuch am N. laryngeus sup. (eines jungen Hundes) an, bei welchem er eine Annäherung des Ringknorpels an den Schildknorpel beobachtete. [3]

Diese Umstände und vor Allem die resultatlosen Versuche, den M. cricothyreoideus zur Atrophie zu bringen, veranlassten mich, die Innervation dieses Muskels einer erneuerten experimentellen Prüfung zu unterwerfen.

Zuerst wollte ich mich darüber unterrichten, ob vom N. recurrens aus, irgend welche Contractionen im M. cricothyreoideus auszulösen seien. Es wurden zu diesem Zwecke an einer Reihe

---

[1] L. c.

[2] L. c. p. 281.

[3] Von den neueren Autoren hat nur Gerhardt (Virch. Arch. Bd. XXVII. Stud. und Beob. etc. p. 95) Reizungen des N. laryngeus sup. (mittelst Elektricität) vorgenommen und dabei Contraction in dem, dem gereiztem Nerven entsprechenden M. cricothyreoideus beobachtet; doch hat er seine Versuche an Menschen angestellt und natürlich den laryngeus sup. percutan gereizt; es ist hiebei eine von diesem Nerven hervorgerufene reflectorische Einwirkung des entsprechenden N. recurrens auf den M. cricothyreoideus nicht ausgeschlossen.

von Kaninchen [1] die peripheren Stümpfe der N. n. recurrentes theils mittelst Inductionsstrom, theils mittelst Quetschung gereizt, nachdem bei nicht eröffnetem Larynx die M. m. cricothyreoidei blosgelegt worden waren.

Doch führten mich diese Versuche zu keinem sicheren Resultate. Die in Folge der Reizung auftretende Contraction der inneren Kehlkopfmuskeln, sowie die Bewegungen des ganzen Kehlkopfes erschweren die Wahrnehmung etwa vorhandener schwacher Contractionen des M. cricothyreoideus ungemein. Auch schien es mir, als würden individuelle Schwankungen der Eruirung dieser Innervationsverhältnisse noch besondere Schwierigkeiten entgegensetzen. Nur die Überzeugung habe ich gewonnen, dass, wenn es möglich ist, vom N. recurrens aus Bewegungen im genannten Muskel hervorzurufen, diese jedenfalls von sehr geringer Energie sind.

Ich schritt sonach zu Versuchen am N. laryngeus sup., um mich zu überzeugen, ob er wirklich der diesen Muskel, wenn nicht einzig und allein, so doch hauptsächlich innervirende Nerv sei.

Die einschlägigen Versuche (bei welchen ich mir gleichzeitig einen Einblick in die Innervation des M. interarytaenoideus zu verschaffen suchte, von welchem später gesprochen werden soll), sind in folgender Weise angestellt:

Zuerst wurden bei nicht eröffnetem Larynx die äusseren Flächen beider M. m. cricothyreoidei blosgelegt und behufs Vermeidung etwaiger Reflexe die N. n. recurrentes beiderseits durchschnitten, dann der rechte Vagus ober- und unterhalb der Austrittsstelle des N. laryngeus sup. durchtrennt. Nun wurde dieser Vagusabschnitt mit dem von ihm abgehenden N. laryngeus sup. mittelst Inductionsstrom gereizt. In der That traten dabei sehr heftige Contractionen im rechten M. cricothyreoideus auf, so dass der Ring- und Schildknorpel sich auf der gereizten Seite sehr beträchtlich näherten. Dieselben Erscheinungen wurden dann jedesmal auch am linken M. cricothyreoideus bei Reizung des linken N. laryngeus sup. beobachtet, und es unterlag somit keinem Zweifel mehr, dass dieser Nerv wirklich der Innervation

---

[1] Die Kaninchen wurden vor einer jeden an ihnen vorgenommenen Nervenreizung mittelst Chloralhydrat narkotisirt.

des M. cricothyreoideus in erster Linie vorsteht. Eine Lösung des durch die Atrophieversuche aufgestellten Räthsels ergaben die Reizungen also nicht.

d) Anatomische Untersuchung der Kehlkopfnerven.

Die schon erwähnte Thatsache, dass nach Durchschneidung des N. laryngeus inf. die innersten Bündel des M. thyreoarytaenoideus der Atrophie nicht verfallen, weiter der Umstand, dass nach Durchschneidung des N. laryngeus sup. gar keine Atrophie im M. cricothyreoideus der operirten Seite zu constatiren war, führten mich auf den Gedanken, dass etwa einzelne Fasern der rechten Kehlkopfnerven auf die linke Seite übertreten und umgekehrt.

Dieser Gedanke veranlasste mich nun, den Verlauf der Nervenfasern sowohl an der vorderen, als an der hinteren Kehlkopfwand, wo doch dieses Hinübertreten der Fasern statt haben müsste, einer genaueren mikroskopischen Untersuchung zu unterziehen. Ich benützte zu diesem Zwecke die Kehlköpfe von Meerschweinchen, bei denen die, die Larynxknorpel umgebenden Weichtheile nicht so massig und derb sind, wie bei den Kaninchen, und daher eine mikroskopische Untersuchung des Nervenverlaufes leichter gestatten. Ich durchschnitt eine Reihe solcher Kehlköpfe in frontaler Richtung in zwei Hälften, so dass auf der hinteren beide Cartilagines arytaenoidei in Verbindung mit dem hinteren Segmente des Ringknorpels und der zwischen ihnen ausgespannte M. interarytaenoideus sich befanden, während die vordere aus den beiden M. m. cricothyreoidei, ausgespannt zwischen den vorderen Segmenten des Schild- und Ringknorpels gebildet wurde. Jeden so erhaltenen Kehlkopfabschnitt legte ich zwischen zwei Objectträger, band diese lose aneinander, goss in die Spalte zwischen den Gläsern ein wenig Kalilauge und liess dieselbe 1—2 Tage auf die Präparate einwirken. Nachdem das Bindegewebe in der Lauge aufgequollen war, konnte ich in der That, sowohl an den Präparaten der vorderen, als auch an denen der hinteren Larynxwand Nervenbündel wahrnehmen, die, die Medianlinie einer jeden Wand überschreitend, sich von einer Seite zur anderen begaben. Diese übertretenden Nerven waren nicht an allen Präparaten gleich deutlich, doch gelang es mir an einer Reihe von Präparaten ganz prägnante Bilder zu erhalten.

Fig. 1 zeigt ein solches. *t t* ist der untere Rand des Schildknorpels, *c c* der obere des Ringknorpels, zwischen beiden sieht man die M. m. cricothyreoidei (*m. c. t.*) und die membrana cricothyreoidea. Weiter erkennt man eine Anzahl von Nerven, welche in unzweifelhafter Weise die Mittellinie des Kehlkopfes und somit auch die des Körpers passiren. Bei dem hohen Grade von Durchsichtigkeit, den man diesen Präparaten geben muss, um die Nerven gut verfolgen zu können, ist es schwer, genau die Schichte der Kehlkopfwand anzugeben, in der sie verlaufen. Ich habe fast an jedem gut gelungenem Präparate Nerven gefunden, welche die Mittelebene überschreiten, eine constante Anordnung aber, etwa in der Weise, dass stets zwei ähnlich verlaufende Nervenbündel wie die in Fig. 1 mit *n, n* bezeichneten zu sehen gewesen wären, ist nicht zu ermitteln. Manche Bündel laufen weite Strecken hin isolirt, andere gehen Anastomosen mit den Nervenfasern der entgegengesetzten Seite ein. (Dass auch an der hinteren Larynxwand ähnliche Verhältnisse obwalten, wird alsbald darzulegen sein.)

Und so kann ich die bisher besprochenen Untersuchungsergebnisse dahin zusammenfassen, dass der N. laryngeus sup. wohl zum grössten Theile der Innervation des ihm entsprechenden M. cricothyreoideus vorsteht, dass aber an derselben auch andere Larynxnerven und zwar wie aus den anatomischen Befunden wahrscheinlich wird, die der gegenüberliegenden Seite, und vielleicht auch der N. recurrens derselben Seite betheiligt sein dürften. Diesen anderen Nerven mag es der Muskel verdanken, dass er nach Durchschneidung des N. laryngeus sup. nicht atrophirt. Manchmal kann, wie es scheint, der Einfluss des N. recurrens auf den M. cricothyreoideus einen sehr bedeutenden Grad erreichen; man muss dies annehmen, um gewisse in der Literatur verzeichnete Fälle [1] erklären zu können, in welchen, trotz completer Anästhesie der Larynxschleimhaut, also trotz constatirter Lähmung der N. n. laryngei sup., an der Beweglichkeit der M. m. cricothyreoidei keine Veränderung zu constatiren war.

---

[1] Mackenzie. L. c. p. p. 568 und 589. Ziemssen. Handbuch der spec. Path. und Therapie. IV. Bd., 1. Hälfte, 1876. p. p. 443, 445, 447.

Ziemssen und mit ihm auch Mackenzie nehmen für alle Fälle dieser Art an, dass ausnahmsweise die Innervation der M. m. cricothyreoidei von den N. n. recurrentes ausgehen könne; hingegen möchte ich auf Grund der von mir erzielten Atrophieresultate und mit Rücksicht auf den constatirten Übertritt von Nervenbündeln nach der anderen Seite glauben, dass derartige Erscheinungen auf noch complicirteren Verhältnissen beruhen.

Ausser den bisher besprochenen Ergebnissen in Betreff der Innervation des M. cricothyreoideus ergab meine Untersuchungsmethode, indem sie die Anschauungen der früheren Autoren über die Innervation der inneren Kehlkopfmuskeln fast in Allem bestätigte, doch auch bezüglich der Innervation der M. m. thyreoarytaenoidei ein Resultat, das hervorgehoben zu werden verdient.

Wie schon erwähnt, waren an sämmtlichen mikroskopischen Schnitten derjenigen Kehlköpfe, an denen die N. n. recurrentes durchschnitten wurden, die dem vibrirenden Rande des Stimmbandes zunächst liegenden Bündel des M. thyreoarytaenoideus erhalten, während die nach aussen liegenden in hohem Grade atrophirt waren. Angesichts solcher Befunde lag auch hier der Gedanke nahe, es könnten zu diesen innersten Bündeln einzelne Nervenfasern der entgegengesetzten Seite treten. Diese Vermuthung hat in der mikroskopischen Untersuchung des Nervenverlaufes ihre Stütze gefunden.

Es konnten nämlich fast an allen, aber ganz besonders schön an zwei Präparaten der hinteren Larynxwand, wo sich die N. n. recurrentes verzweigen, Übergangsfasern nachgewiesen werden. (Fig. 2.)

Die beiden Cartilagines arytaenoidei (C. a.) zeigen sich an den in der oben geschilderten Weise hergestellten Präparaten durch einen derben undurchsichtigen hufeisenförmig gekrümmten Bogen, der mit seinen Fusspunkten auf den Spitzen der Arytaenoidknorpel aufsitzt, verbunden. Da diese Knorpel selbst auf der Cartilago cricoidea (C. c.) aufsitzen so wird eine Fläche abgegrenzt, die in ihrem unteren Theile den M. interarytaenoideus, in ihrem oberen Schleimhaut enthält. In diese Fläche treten theils von unten her an den inneren Rändern der Arytaenoidknorpel (*n*, *n*), theils weiter oben und, den erwähnten Bogen kreuzend (*v*, *v*), Nervenbündel ein. Die correspondirenden Nerven

beider Seiten bilden nun in dem abgeschlossenen Raum reiche plexusartige Anastomosen. Dabei sieht man Nervenbündel von ganz bedeutender Mächtigkeit die Medianebene überschreiten. Häufig gehen Nervenstämmchen mehr oder weniger der Convexität des Bogens parallel durch den grössten Theil des geschilderten Raumes und durch die Medianlinie hindurch.

Es liegt in der Natur der Sache, dass es nahezu unmöglich ist, die Fasern des Nerven einer Seite bis in die Muskelbündel der gegenüberliegenden Seite zu verfolgen. Die Hauptsache aber, der Übertritt von Nervenbündeln über die Medianebene, ist mit voller Bestimmtheit nachgewiesen.

Bei der Durchsichtigkeit meiner Kalipräparate war es auch hier nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden, ob ein specielles Nervenbündel zwischen den Fasern der M. m. interarythaenoidei oder in der Schleimhaut lag. Doch kommt es wie ersichtlich hierauf nicht an.

Wenn wir diesen Befunden die Beobachtungen von Türck[1] an die Seite stellen, welcher in seinen früher erwähnten Fällen von Recurrenslähmung ebenfalls die innersten Partien des entsprechenden Stimmbandmuskels mehr erhalten fand, als die äusseren Partien, so liegt die Vermuthung nahe, dass es sich auch bei diesen um eine partielle Kreuzung der Recurrensfasern handelte. Durch solch eine Faserkreuzung liessen sich sehr leicht die in der Literatur verzeichneten Fälle (z. B. von Bäumler, von Jonsohn) erklären, in denen Druck auf den einen Vagus Paralyse der Stimmbänder sowohl auf der diesem Vagus entsprechenden, als auch auf der entgegengesetzten Seite hervorgerufen hatte. Bisher wurde für solche Fälle eine Kreuzung der Fasern der Accessoriuskerne innerhalb des Centralnervensystemes in Anspruch genommen.

Ich gehe nun zur Besprechung meiner Untersuchungsergebnisse in Betreff der Innervation des M. interarytaenoideus über.

[1] L. c. pag. 440.

Wie schon früher berichtet wurde, war an demselben an sämmtlichen Schnitten aller untersuchten Kehlköpfe, also sowohl nach Durchschneidung des N. recurrens als auch nach derjenigen des N. laryngeus sup. der einen (linken) Seite, keine Atrophie wahrzunehmen. Aus diesem Befunde konnte vorläufig nur der eine Schluss gezogen werden, dass die Innervation des M. interarytaenoideus nicht so vor sich gehe, dass die eine Hälfte desselben von einem Nerven (sei es der N. recurrens oder der laryngeus sup.) der einen Seite mit motorischen Fasern versehen werde, während die andere Hälfte desselben von dem gleichnamigen Kehlkopfnerven der anderen Seite ihre motorischen Fasern beziehe; vielmehr musste gefolgert werden, dass entweder eine jede Hälfte des Muskels von beiden Kehlkopfnerven der einen Seite, oder dass er in seiner ganzen Masse gleichmässig von einem der beiden Kehlkopfnervenpaare mit motorischen Fasern versehen werde, und dass daher, nach Durchschneidung irgend eines Kehlkopfnerven der einen Seite der andere Kehlkopfnerv derselben oder der gleichnamige der entgegengesetzten die Innervation des ganzen Muskels übernimmt und auf solche Weise ein Atrophiren desselben hintanhält.

Die behufs Lösung dieser Fragen an den Kehlkopfnerven ausgeführten Reizungsversuche ergaben lauter negative Resultate; weder wurde die mit den genauesten Cautelen vorgenommene Reizung des N. recurrens, noch die des N. laryngeus sup. vom M. interarytaenoideus mit irgend welchen sicher wahrnehmbaren Contractionen beantwortet, [1] und muss ich eine Erklärung hiefür darin suchen, dass dieser Muskel im Vergleich zu den übrigen Kehlkopfmuskeln bei Kaninchen eben sehr schwach ist.

Einen weiteren Versuch, die Frage nach der Innervation des M. interarytaenoideus zu klären, sowie um eine Bestätigung der oben dargelegten Anschauung über die partielle Recurrenskreuzung zu erzielen, machte ich nun in der Art, dass ich an vier

---

[1] Um etwaige Contractionen dieses Muskels beobachten zu können, wurde die vordere Larynxwand in der Medianebene durchtrennt, wobei doch wohl unmöglich irgend welche etwa vom N. recurrens oder vom N. laryngeus sup. zum M. interarytaenoideus abgebenden Fasern lädirt werden konnten.

Kaninchen beiderseits die N. n. recurrentes durchschnitt und die eintretende Atrophie abwartete. [1]

Liesse sich auch in diesem Falle die Intactheit des M. interarytaenoideus nachweisen, so wäre es klar, dass die N. n. recurrentes, wenn ihnen überhaupt ein Antheil an der Innervation dieses Muskels zugeschrieben werden müsste, jedenfalls nicht einzig und allein dieselbe besorgen, sondern dass auch die N. n. laryngei sup. an ihr participiren.

Nur eines von den so operirten Thieren gelang es zwei Monate lang am Leben zu erhalten. (Bei einem zweiten, das auch so lange gelebt hatte, stiegen in Folge des Sectionsbefundes Zweifel an der Correctheit der Operation auf; es wurde also verworfen.)

Es waren in der Kehle dieses Thieres alle Larynxmuskeln beiderseits bedeutend atropisch mit Ausnahme des M. interary taenoideus und der M. m. cricothyreoidei. Wenn nun dieser Befund auch sehr geeignet ist, die Annahme zu unterstützen, dass der M. interarytaenoideus auch von den N. n. laryngei sup., wenn nicht einzig und allein von ihnen, innervirt wird, so möchte ich doch dieses Resultat, da es nur auf einem Sectionsbefunde beruht, nicht als endgiltig entscheidend ansehen. Auch die inneren Bündel der Stimmbandmuskeln zeigten an diesem Kehlkopfe ein auffallendes Verhalten. Ich musste nämlich nach dem bisher Vorgetragenen erwarten, dass nun auch diese im Gegensatz zu ihrem Verhalten nach einseitiger Recurrendurchschneidung atrophirt sein werden. Diese Erwartung erfüllte sich wenigstens insoferne nicht, als sie jedenfalls bei weitem besser erhalten waren, als die äusseren Bündel dieses Muskels.

Es ergibt sich demnach als Resultat dieser Untersuchungen, dass der M. cricoarytaenoideus post. und lat. sowie der grösste Theil des M. thyroarytaenoideus vom N. recurrens innervirt wird und dass der M. interarytaenoideus und cricothyreoideus gemischte Innervation besitzen. Letzterer ist hauptsächlich vom N. laryngeus

[1] Freilich gäbe es noch einen Weg, die Frage nach der Innervation des M. interarytaenoideus zu beantworten, nämlich den der Durchschneidung beider N. n. laryngei sup. mit nachfolgender Untersuchung des M. interarytaenoideus. Doch kann derselbe nicht betreten werden, da bekanntlich kein Thier nach dieser Operation längere Zeit leben kann

sup. der gleichen Seite innervirt, von dem zweiten Nerv, der an seiner Innervation Theil nimmt, ist es zweifelhaft, ob er in den anatomisch nachgewiesenen Nervenstämmchen, welche von der anderen Seite herüberkommend die Mittelebene passiren, oder ob er im N. recurrens derselben Seite zu suchen ist. Ersteres ist entweder auch der Fall bei den innersten Bündeln des M. thyro-arytaenoideus, oder diese werden vom N. laryngeus sup. innervirt. Untersuchungen, welche die Aufgabe haben, diese noch offenen Fragen zu erledigen, sind in Aussicht genommen.

Die vorstehende Untersuchung ist unter der Leitung von Prof. Sigm. Exner ausgeführt worden.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Die vordere Wand des Kehlkopfes eines Meerschweinchens mit Kalilauge durchsichtig gemacht. *t t* Schildknorpel, *c c* Ringknorpel, *m c t* die beiden musculi cricothyreoidei. Man sieht eine Anzahl von Nervenstämmchen, welche die durch *m m* bezeichnete Mittelebene passiren.

„ 2. Die hintere Wand des Kehlkopfes eines Meerschweinchens mit Kali lauge durchsichtig gemacht. *C c* Ringknorpel, *Ca* die beiden Cartilagines aritaenoidei, über denselben ein sie verbindender fibröser Bogen; *n*, *n* und *v*, *v* Nerven. Letztere bilden einen Plexus, der die Mittelebene (*m m*) passirt.

Beide Zeichnungen sind halb-schematisch, d. h. sie wurden nach Skizzen angefertigt, an welchen nur die Nerven vollkommen getreu nach einem Präparat ausgeführt waren, von den Knorpeln u. dergl. waren nur die Umrisse gezeichnet. In Fig. 2 ist nur der innerhalb des Bogens liegende Nervenplexus genau nach dem Präparate gezeichnet.

Fig. 1.

Fig. 2.

Gez. v. S. Exner. Lith. [illegible] Heitzmann. K. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

Die Blutgefässe des menschlichen Rückenmarkes.

II. Theil.

Die Gefässe der Rückenmarksoberfläche.

Von Prof. Dr. **Albert Adamkiewicz.**

(Institut für experimentelle Pathologie der k. k. Universität Krakau.)

(Mit 5 Tafeln.)

An die vor Kurzem veröffentlichten [1] Resultate über die innere Vascularisation des menschlichen Rückenmarkes schliesse ich nunmehr die Ergebnisse an, zu welchen mich meine Untersuchungen über das Verhalten der Gefässe auf der Oberfläche des menschlichen Rückenmarkes geführt haben.

Es war nicht sowol das Bestreben, das einmal begonnene Thema anatomisch zu erschöpfen, der Grund, welcher zu diesen neuen Untersuchungen die meiste Anregung gegeben hat, als vielmehr die Überzeugung, dass die Kenntniss der äusseren Gefässbahnen des Rückenmarkes den Werth der durch die erste Arbeit gewonnenen partiellen Einsicht in die Vascularisationsverhältnisse desselben vervollständigen und also erhöhen und so vor Allem wiederum für Physiologie und Pathologie der Rückenmarkssubstanz gewinnbringend werden würde.

Literatur.

Das ganze Gefässnetz, das sich nach der Eröffnung der Dura mater auf der Oberfläche des Rückenmarkes präsentirt, wird gleichsam gekrönt von den beiden Arteriae vertebrales, den

[1] Berichte der kais. Akademie der Wissenschaften zu Wien, Math.-naturwissenschaftl. Classe. LXXXIV. Bd., III. Abth. 1881.

weitaus stärksten unter allen Gefässen, welche am Rückenmark überhaupt zu Gesicht kommen.

Wie bekannt, durchbrechen diese Arterien (Vgl. *Vc* Taf. I, Fig. I und Taf. II, Fig. IV) die Dura mater an derselben Stelle, an welcher die ersten Halswurzeln (Vgl. Figg. I und IV) sie verlassen und treten auf die vordere Fläche des verlängerten Markes, um von hier aus in der Richtung nach oben und vorn zu convergiren und sich am hinteren Rande der Brücke zur Art. basilaris (*B* Fig. I) zu vereinigen.

Nicht ohne scheinbar triftigen Grund hat man deshalb aus den Grössenverhältnissen der Vertebralarterien geschlossen, dass sie die Hauptstämme des spinalen Kreislaufes seien und also die Wege, auf welchen auch die Hauptmasse des Blutes dem Rückenmark zuströmt.

Nun sind von jeher drei durch die ganze Länge des Rückenmarkes verlaufende Arterien aufgefallen: eine einzelne gerade längs der Mitte der Vorderfläche zu verfolgende, die sogenannte Art. spinalis anterior, und zwei an den Rändern der Hinterfläche entlang sich hinziehende Schlagadern, die sogenannten Artt. spinales posteriores. Nichts erschien daher natürlicher, als die Annahme, dass diese drei in die Augen fallenden Arterien directe Zweige der Artt. vertebrales seien und aus diesen Gefässen das Blut in der Richtung von oben nach unten durch das ganze Rückenmark tragen.

So gibt beispielsweise das neue grosse Lehrbuch [1] der Anatomie von Henle dieser Ansicht unzweideutigsten Ausdruck.

Ich will, um gleichzeitig den heutigen Stand der Kenntniss von dem Gefässverlaufe auf der Rückenmarksoberfläche wiederzugeben, den von den Artt. spinales handelnden Abschnitt dieses Lehrbuches hier wortgetreu anführen. Er lautet: „Von der Schädelhöhle aus senden die Artt. vertebrales, bevor sie sich zur Art. basilaris vereinigen, längere Äste abwärts zum Rückenmark, die Artt. spinales anteriores und posteriores. Die Art. spinalis anterior ist entweder von Anfang an einfach und dann entspringt sie am häufigsten aus der linken Art. vertebralis oder sie setzt sich aus zwei symmetrischen, aus beiden Artt. vertebrales entspringenden

---

[1] III. Bd. Gefässlehre, II. Aufl. Braunschweig 1876, S. 123.

Wurzeln zusammen, die sich am oberen Ende des Rückenmarkes zu einem unpaaren Gefäss vereinigen, welches längs der Mitte der Vorderfläche des Organes, vor dem Eingange der vorderen Längsspalte, ohne an Kaliber merklich abzunehmen, bis zum Filum terminale herabläuft und erst auf dem letzteren sich allmälig verliert. Selten erhalten sich zwei Artt. spinales ant. eine längere Strecke gesondert; sie schicken einander eine ansehnliche quere Anastomose zu, die linke verläuft in der Längsspalte des Rückenmarkes, die rechte zur Seite derselben (Duret). Die unpaare Art. spinalis ant. ist streckenweise geschlängelt, streckenweise gerade; sie theilt sich mitunter in zwei Arme, die bald wieder zusammenfliessen; sie gibt an unbeständigen Stellen eine geringe Zahl vereinzelter, starker Äste ab, welche mit einer vorderen Nervenwurzel zum Zwischenwirbelloch gelangen und Verbindungen mit den Intercostalarterien herstellen. Am Conus terminalis sendet sie nach jeder Seite einen feinen Ast, seltener zwei, welche unregelmässig geschlängelt und in abwärts convexen Bögen unter den vorderen Wurzeln der letzten Nerven und unter dem Lig. denticulatum auf die Rückseite des Rückenmarkes übergehen und vor den hinteren Nervenwurzeln aufwärts umbiegen. Von der Umbeugungsstelle an lässt sich das Gefäss in dem Winkel, welchen die Reihe der hinteren Nervenwurzeln mit den Seitensträngen bildet, immer noch stark geschlängelt bis zu den Artt. spinales porsteriores hinauf verfolgen, und so erweist sich der an jeder Seite des Conus terminalis gelegene Bogen als bogenförmige Anastomose zwischen den unteren Enden der vorderen und hinteren Spinalarterien.

„Verfolgt man nun die letzteren von ihrem Urprung aus abwärts an der Rückseite des Rückenmarkes, so sieht man sie nach Abgabe eines gegen den vierten Ventrikel aufsteigenden Astes sich unter den hinteren Nervenwurzeln verbergen und man muss diese Wurzeln zurückschlagen, um den ganzen Verlauf der Stämmchen zu überblicken. Dabei zeigt sich zwischen der vorderen und den hinteren Spinalarterien der Unterschied, dass, während von der starken vorderen Arterie aus nur hier und da ein starker Ast bald eine rechte, bald eine linke vordere Nervenwurzel begleitet, die feineren hinteren Spinalarterien regelmässig mit jeder hinteren Nervenwurzel einen feinen Ast zum Zwischen-

wirbelloch und zur Verbindung mit der Intercostalarterie abgeben."

„Von allen drei Spinalarterien gehen feinste, fast capillare Zweige direct in das Rückenmark; andere verbreiten sich in der Gefässhaut und bilden in derselben ein weitmaschiges Netz, durch welches die Stämme communiciren. Streckenweise treten in diesem Netze an der Rückenfläche die verticalen Anastomosen so hervor, dass sie als continuirliche Stämmchen an der medialen Seite der hinteren Wurzeln erscheinen."

Von den oberflächlichen Rückenmarksvenen gibt Henle folgende Beschreibung:

„Eine Vena mediana medullae spinalis anterior verläuft durch die ganze Höhe des Rückenmarkes, den Endfaden inbegriffen, in der vorderen Medianfurche hinter der Art. spinalis anterior; sie ist ebenso in der Gefässhaut eingeschlossen, wie die Sinus der Schädelhöhle in der fibrösen Haut, auf dem Horizontalschnitte dreiseitig und mit einer Spitze nach hinten gegen den zwischen beide Rückenmarkshälften eindringenden Fortsatz der Gefässhaut gerichtet. An den Anschwellungen des Rückenmarkes ist sie zuweilen durch eine frontale Scheidewand getheilt (Lenhossek). Die Ven. mediana posterior [1] ist im oberen Theil des Rückenmarkes schwach; unter der Lendenanschwellung wird sie stärker und gibt zwei seitliche Äste ab, welche an der Austrittsstelle der hinteren Wurzeln dem Stamme parallel herabziehen und sich am Endfaden wieder mit ihm vereinigen. Zwei bis drei aufwärts concave Bögen verbinden an der Lendenanschwellung die vordere mediane Vene mit den hinteren."

Auch Krause beschreibt in seinem Handbuch [2] der Anatomie als Art. spinalis anterior einen aus zwei Gefässchen der Artt. vertebrales zusammenfliessenden Stamm, der „an der vorderen Fläche des Rückenmarkes geschlängelt herabgeht, sich häufig spaltet und wieder zusammenfliesst und, indem er ansehnliche Zweige von den durch die Foramina intervertebralia und sacralia eindringenden Rami spinales der Artt. vertebrales, intercostales, lumbales und sacrales laterales aufnimmt und durch

[1] A. a. O. S. 377.

[2] II. Theil Hannover 1879, S. 614.

diese verstärkt wird, gewöhnlich bis zum Ende des Filum terminale im Canalis sacralis sich fortsetzt."

Von den Artt. spinales posteriores sagt derselbe Autor, dass auch sie aus den Vertebralarterien entspringen, aber schon am Halstheil der hinteren Rückenmarksfläche enden, wo sie sich mit dem von den Rami spinales der Artt. vertebrales, intercostales und lumbales gebildeten Netz verbinden.

Bezüglich der Rückenmarksvenen [1] erfahren wir endlich von Krause, „dass in der Fissura longitudinalis anterior kleine Venen der Länge nach die Art. spinalis anterior begleitend verlaufen. Längs der hinteren lateralen Fläche des Rückenmarkes dagegen sollen sich schwächere Venenzweige senkrecht gerichtet neben der Medianebene erstrecken und Verbindungszweige zwischen diesen und den der vorderen Längsfurche angehörenden Venen ein in der Pia mater befindliches vorderes und hinteres venöses Netz bilden". [1]

Diese beiden der Hauptsache nach übereinstimmenden Beschreibungen des oberflächlichen spinalen Gefässnetzes, zu denen die sonst noch in Lehrbüchern und Aufsätzen zerstreuten Angaben über dasselbe Thema nichts Neues und Bemerkenswerthes hinzufügen, weichen nur in Einem Punkt principiell von einander ab. Henle und Krause sprechen von arteriellen Gefässen, welche längs der Wurzeln verlaufen und auf der vorderen Rückenmarksfläche mit der Art. spinalis anterior und auf der hinteren mit den Artt. spinales posteriores zusammenfliessen. Während nun aber Henle diese Gefässe für Seitenäste der Artt. spinales hält, welche das diesen Arterien von den Artt. vertebrales zugeführte Blut zum Theil wieder auf Nebenwegen an andere Gefässe, Intercostal-, Lumbalarterien u. s. w. abführen, schreibt ihnen Krause gerade die entgegengesetzte Bedeutung zu und bezeichnet sie als Stämmchen, welche den in den Spinalarterien kreisenden Vertebralstrom durch Zuflüsse aus den Intervertebral- und ähnlichen Arterien verstärken.

Wie diese zur Physiologie und Pathologie des Rückenmarkes sehr bedeutungsvolle Differenz in den Angaben zu lösen ist und in welchen Punkten die oben angeführten Beschreibungen des spi-

[1] A. a. O. S. 692.

nalen Gefässnetzes noch präcisirt und erweitert werden können, um der heutigen specialisirten Kenntniss vom Bau und der Function der Rückenmarksubstanz gerecht zu werden, das soll diese Arbeit versuchen, klar zu legen.

Darstellung der Präparate.

Die Methode, der ich mich zur Darstellung der oberflächlichen Rückenmarksgefässe bedient habe, war dieselbe, welche ich schon im ersten Theile dieser Arbeit genauer beschrieben habe.

Nur in Bezug auf die angewandten Injectionsmassen musste ich theilweise eine Änderung eintreten lassen.

Mit Carmin, für die Arterien, oder löslichem Berliner Blau, für die Venen, gefärbte Leimmassen konnten nur für diejenigen Injectionen in Anwendung kommen, durch welche die feineren und feinsten Gefässverzweigungen der Rückenmarksoberfläche (vgl. die Figg. XIII, XIV und XV) zur Darstellung gebracht werden sollten. Wo es indessen darauf ankam, das gröbere Netzwerk der Oberflächengefässe ohne die feineren, verwirrenden und das Bild des Hauptcanalsystems leicht trübenden Details (vgl. die Figg. I bis XII) zur Anschauung zu bringen, da injicirte ich eine von Teichmann angegebene, aus Kreide resp. Zinkweiss und Leinöl gemischte, durch Zusätze entweder von Zinnober für die Arterien oder von Ultramarin für die Venen gefärbte und in Schwefelkohlenstoff oder Äther gelöste Kittmasse. Diese Masse hat die Eigenschaft, nach der Injection in die Gefässe ihr sehr flüchtiges Lösungsmittel durch Verdunstung schnell zu verlieren und zu kautschukartiger Consistenz zu erhärten. Dadurch erhalten die injicirten Gefässe eine plastisch schöne Gestalt und vor allem die Eigenschaft, sich leicht verfolgen zu lassen und sich in Alkohol gut zu conserviren.

Es muss indessen gleich hier bemerkt werden, dass das oberflächliche Gefässnetz des Rückenmarkes, selbst das gröbere, nur in seinen Grundzügen constant ist, in seinen Details aber wesentlichen Variationen unterliegt. Ich werde daher bei Beschreibung desselben mich meiner Figuren, die übrigens bis in die allerfeinsten Details nach den auf dem internationalen medicinischen Congress zu London von mir demonstrirten und in meinem Besitz befindlichen Präparaten gezeichnet sind, nur als Paradigmen

bedienen, um an ihnen Alles das zu erläutern, was sich aus einer grösseren Anzahl von Injectionen Allgemeingiltiges über den Oberflächenkreislauf des Rückenmarkes hat auffinden lassen.

Die Arterien.

1. Das spinale Stromgebiet der Artt. vertebrales.

Die oben citirten gegenwärtig herrschenden Anschauungen über die Bedeutung der Artt. vertebrales für den Rückenmarkskreislauf legten es selbstverständlich nahe, vor Allem das Stromgebiet dieser Arterien festzustellen.

Ich injicirte zu dem Zweck die Artt. vertebrales entweder direct oder von der Art. basilaris aus in der Richtung nach dem Rückenmark hin und fand — in Dutzenden von Versuchen — beständig, dass die Hauptmasse des injicirten Kittes von den Vertebralarterien aus in das Kleinhirn dringt und nur ein kleiner Bruchtheil desselben seinen Weg in die Gefässe der Med. oblong. und des Halsmarkes findet.

Das hat in Folgendem seinen Grund:

Aus der Mitte des äusseren Randes jeder der beiden Vertebralarterien entspringt symmetrisch je ein mächtiger Ast, der sich nach aussen und gleichzeitig nach oben um den Rand des verlängerten Markes herum und dann, nachdem er den die Rautengrube begrenzenden Rand des Corpus restiforme seiner Seite erreicht hat, in einem Bogen wieder nach abwärts wendet, um endlich seine Richtung noch einmal zu ändern und in einem nach aufwärts steigenden Bogen direct an das Kleinhirn zu treten.

Diese Äste der Vertebralarterien, die Artt. vertebro-cerebellares (*Vc* in den Figg. I und IV), wie ich sie nennen will, sind die weitaus stärksten Seitenzweige ihrer Stämme und leiten daher auch die Hauptmasse des Blutes, natürlich abgesehen von derjenigen, welche die Art. basilaris passirt, von den Vertebralarterien in das Kleinhirn.

Für die Med. oblong. und das Halsmark dagegen geben die Artt. vertebrales nur sehr dünne Gefässchen ab.

Es sind zwei Paare solcher Gefässchen zu unterscheiden. Das eine Paar möge die Artt. vertebro-spinales anteriores, das andere die Artt. vertebro-spinales posteriores heissen.

A. Artt. vertebro-spinales anteriores.

Die Artt. vertebro-spinales anteriores (*Vsa* Fig. I) sind zwei sehr feine Arterien, von denen je eine den inneren Rand des Stammes einer Art. vertebralis dicht unter dem Ursprung der Art. basilaris verlässt. Beide Arterien fliessen auf einander zu, begegnen einander an der vorderen Fissur, laufen längs derselben dicht neben einander eine kleine Strecke nach abwärts, trennen sich dann wieder, um ein längliches Oval zu beschreiben und endigen, nachdem sie noch ein- oder zweimal in ähnlicher Weise sich getrennt und wiedervereinigt haben, etwa in der Höhe der vierten oder fünften Cervicalwurzel (vgl. Fig. I) in einer Anastomose.

In Bezug auf den Ort dieser Endigung, die äussere Form des Verlaufes dieser beiden Arterien, ihr gegenseitiges Grössenverhältnis und die Art ihres Ursprungs aus den Artt. vertebrales kommen nun die mannigfaltigsten Variationen vor. Es kann selbst geschehen, dass nur Eine Vertebrospinalarterie existirt und dass ihr eine Querverbindung zwischen beiden Vertebralarterien Blut gleichzeitig aus diesen beiden Stämmen zuführt. Im Übrigen kann ich es mir versagen, auf alle diese Variationen im Verlaufe der Artt. vertebro-spinales einzugehen, weil sie das Princip des Kreislaufes an den betreffenden Orten nicht modificiren und also auch keine besondere physiologische, noch pathologische Bedeutung besitzen.

Von den Artt. vertebro-spinales anteriores gehen zwei Gruppen von Zweigen ab:

a. Artt. sulci. Die einen dieser Zweige, und zwar die stärkeren, verlassen die Stämme an der der vorderen Längsfissur zugekehrten Seite derselben, eilen auf den kürzesten Wegen, also meist in der Richtung nach innen (vgl. *s* Fig. I), zu dieser Fissur hin und verschwinden in deren Tiefe. Sie stellen die Anfänge dar derjenigen Stämmchen, welche ich in dem ersten Theil dieser Arbeit als Artt. sulci (*s*) beschrieben und deren Schicksal im Innern der Rückenmarkssubstanz ich dort genauer verfolgt habe.

b. Artt. radicinae. Die zweite Gruppe von Ästen der Artt. vertebro-spinales wendet sich umgekehrt direct nach aussen, fliesst nach beiden Seiten hin quer über die vordere Fläche des

Rückenmarkes und endigt an den vorderen Wurzeln. (*R* Fig. I, Artt. radicinae.) Die Endzweige dieser Arterien verbreiten sich nun einerseits längs der Austrittsstellen der vorderen Wurzeln, um von hier aus mit den Vorderwurzelbündeln in Form feiner Ästchen, der uns von dem ersten Theil dieser Arbeit her schon bekannten Artt. radicum anterior., in die Rückenmarksubstanz einzudringen. Anderseits gehen sie als feinste Wurzelzweige auf die vorderen Wurzeln über. Und endlich geht ein Theil von ihnen (*J* Fig. II) zwischen den Wurzeln hindurch, gelangt auf die Seitenfläche des Rückenmarkes und verbreitet sich, sobald er die Mitte derselben erreicht hat, in der Richtung der Rückenmarksachse zu einer Kette von Anastomosen. Ihrer Lage zwischen den vorderen und den hinteren Wurzeln wegen nenne ich diese Kette die Zwischenwurzelanastomose, Anastomosis interradicina.

Vergl. vorläufig Fig. XII, von der später noch die Rede sein wird und in der *Ai* die Anastomosis interradicina darstellt.

B. Arteriae vertebro-spinales posteriores.

Als Artt. vertebro-spinales posteriores (*Vsp* Fig. IV) bezeichne ich zwei Zweige der Vertebralarterien, welche ihre Stämme gerade an derjenigen Stelle verlassen, wo diese eben an die innere Fläche der Dura mater getreten sind, aber das Rückenmark noch nicht erreicht haben. Hier zwischen Dura mater und Rückenmark und gerade über dem Ursprung der ersten Halswurzeln (vgl. Fig. IV *Vsp*) wenden sich die beiden Gefässchen gleich nach ihrem Austritt aus den Artt. vertebrales direct nach abwärts. Dann verlaufen sie in engem Anschluss an die Wurzeln des N. accessorius (*A* Fig. I und IV) zwischen den vorderen und den hinteren Wurzeln und zwar näher den hinteren herab bis etwa in die Höhe der vierten oder fünften Halswurzel. In dieser Gegend endigen sie, wie die Artt. vertebro-spinales anteriores, durch Anastomose, indem auch sie mit ihnen entgegenströmenden Ästen anderer arterieller Gefässe zusammenfliessen.

Der Ort, an welchem dies geschieht, variirt nicht nur in Bezug auf die Höhe des Rückenmarkes, sondern auch in Bezug auf sein Lageverhältniss zu den hinteren Wurzeln. Denn die Anastomose der beiden Gefässchen findet häufig dort statt, wo die Artt. vertebro-spinales poster. verlaufen, d. h. über der Oberfläche der Seiten-

stränge. Doch geschieht es ebenso häufig, dass die Artt. vertebro-spinales posteriores, wie dies auch unsere Abbildung Fig. IV zeigt, im Annähern an ihr Ende von der Mitte der Seitenstränge allmälig an deren hinteren Rand gelangen, dann denselben überschreiten und auf diese Weise die hintere Rückenmarksfläche, d. h. die Oberfläche der Hinterstränge erreichen, um erst hier dicht an der Austrittsstelle einer hinteren Wurzel in einer Anastomose ihr Ende zu finden. (*S.* Fig. IV den Verlauf der rechten *Vsp* an der hinteren Wurzel des 4. Halsnerven.)

Die Zweige der Artt. vertebro-spinales posteriores folgen einem ihnen eigenthümlichen Typus:

a) Artt. penetrantes. Die stärksten Zweige der hinteren Vertebrospinalarterien verlassen ihre Stämme auf der den hinteren Wurzeln zugekehrten Seite und gehen direct nach hinten, wobei sie ihren Weg entweder zwischen zweien Wurzeln nehmen, oder sich einen solchen quer durch die Fibrillen einer einzelnen Wurzel bahnen. Dieses Verlaufes wegen (quia radices posteriores penetrant) mögen sie die Artt. penetrantes (*P* Fig. IV) heissen. Kaum haben die Artt. penetrantes den freien die hintere Fläche des Rückenmarkes begrenzenden Rand der hinteren Wurzeln erreicht, so verlassen sie ihre Richtung. Sie wenden sich nach oben oder nach unten und verlaufen nun parallel zu den Artt. vertebro-spinales posteriores, die sie soeben verlassen haben und von denen sie nur durch die hinteren Wurzeln getrennt sind. In dieser Weise fliessen sie so lange am Rande der hinteren Rückenmarksfläche dahin, bis sie einem analogen, aber entgegengesetzt strömenden Ast begegnen und sich mit ihm verbinden (vgl. Fig. IV). Ebenso häufig geschieht es, dass sich die Artt. penetrantes an ihrer Umbiegungsstelle in zwei Äste theilen, die wiederum parallel zu ihren Stämmen an den Rändern der hinteren Rückenmarksfläche entlang, aber in entgegengesetzten Richtungen fliessen, bis sie jederseits in einer Anastomose verschwinden.

Jedenfalls entstehen aus den Art. penetrantes zwei an den einander zugekehrten Rändern der hinteren Wurzeln entlang verlaufende Längsreihen von Anastomosen. Weil sie die Hinterfläche des Rückenmarkes zu beiden Seiten einfassen, mögen diese Anastomosen die Anastomose posticae (*Ap* Fig. IV) heissen.

Die Anastomoses posticae stehen durch zahlreiche schräg und quer über die hintere Rückenmarksfläche verlaufende Anastomosen (*q A* Fig. IV) mit einander in engster Verbindung. Aus diesen Queranastomosen entspringen viele feine Ästchen, von denen ein beträchtlicher Theil sich in die hintere Fissur einsenkt und in deren Tiefe verschwindet. Das sind die Anfänge der uns schon bekannten Artt. fissurae (*f* Fig. IV). Weitere Zweige endlich, welche aus den Anastomoses posticae entspringen, sind solche, welche an der Oberfläche der hinteren Wurzeln bleiben und diese versorgen (Art. radicinae *R* Fig. IV) oder in die Tiefe des Rückenmarkes dringen und die hinteren Wurzelbündel begleiten (Artt. radic. post.).

Ausser den Artt. penetrantes mit ihrem reich verzweigten Gefässnetz geben die Artt. vertebro-spinales posteriores nur noch relativ unbedeutenden Ästen den Ursprung:

b. Artt. radicinae et radicum posterium. Von den Stämmen der hinteren Vertebrospinalarterien gehen besonders an die der Seitenfläche des Rückenmarkes zugekehrte Seite der hinteren Wurzeln Zweige ab und von diesen Wurzelbündelästchen in die Tiefe.

c. Zweige zur Anastomosis interradicina. Dieselben betheiligen sich gemeinschaftlich mit den ihnen entgegenströmenden Zweigen (*J* Fig. I) der vorderen Vertebrospinalarterien an der Bildung der schon früher erwähnten Zwischenwurzelanastomose (*Ai* Fig. XII.)

2. Die Arteriae spinales.

Der von den Artt. vertebro-spinales und ihren Zweigen nicht versorgte Rest des Rückenmarkes erhält sein Blut direct aus einer beträchtlichen Anzahl selbständiger Arterien — ich will sie Art. spinales nennen — welche in Bezug auf Verästelungen der Zweige im Wesentlichen dem Typus der Artt. vertebro-spinales folgen, in Bezug aber auf den Verlauf der Stämme sich von ihnen nicht unwesentlich unterscheiden.

Sie sind insgesammt Zweige von Intercostal-, von Lumbal- und von Sacralarterien, treten durch Foramina intervertebralia in den Rückenmarkscanal ein und gelangen einerseits in Begleitung vorderer Rückenmarkswurzeln auf die vordere und anderseits in Begleitung hinterer Rückenmarkswurzeln auf die hintere Rückenmarksfläche.

Daraus ergibt sich für sie eine ganz natürliche Eintheilung, der wir nunmehr auch bei ihrer Erörterung folgen wollen.

A. Arteriae spinales anteriores.

Alle Arterien, welche unterhalb des Gebietes der Artt. vertebro-spinales anterior. auf dem Wege vorderer Wurzeln die vordere Rückenmarksfläche erreichen und sich hier verzweigen, bezeichne ich als Artt. spinales anteriores.

Ihre Zahl variirt ganz erheblich. Beispielsweise schwankte sie unter 13 mir vorliegenden injicirten Rückenmarken zwischen drei und zehn.

Bei derartigem Schwanken der Zahl der Zuflüsse zur vorderen Rückenmarksfläche kann es selbstverständlich nicht Wunder nehmen, dass auch von einer Constanz des Ortes, an dem sie erscheinen, nicht die Rede sein kann.

Constant ist nur Eins. Unter allen vorderen Spinalarterien ist die tiefst verlaufende stets die grösste. Da sie gleichzeitig unter allen Rückenmarksarterien, die Artt. vertebro-spinales mit einbegriffen, die bedeutendste ist, so dürfte es passend sein, sie als Arteria magna spinalis zu bezeichnen.

Die Art. magna spinalis verläuft auf unserer Abbildung (*M* Fig. II) gemeinschaftlich mit der achten Brustwurzel. Das war der höchste Ort, an dem ich ihr begegnet bin. Die tiefste Stelle, an der ich sie verlaufen gesehen habe, war der dritte Lendennerv. Am häufigsten aber erscheint sie in Begleitung des 9., 10. oder 11. Brustnerven und zwar ebenso häufig rechts, als links. In diesem Fall beträgt ihre Länge von dem Ort ihres Durchtritts durch die Dura mater bis an die Stelle, wo sie die Rückenmarksoberfläche erreicht, im Mittel 2·5 Ctm.

Nachdem die Art. spinalis magna in schräger Verlaufsrichtung nach oben und innen (vgl. Fig. II) etwa die Mitte der vorderen Rückenmarksfläche erreicht hat, biegt sie in spitzem Winkel nach unten um und verläuft in leichten Schlängelungen gerade nach abwärts, wobei sie stets die Mitte der vorderen Rückenmarksfläche einhält und die vordere Fissur gleichsam zur Richtschnur ihres Verlaufes nimmt. So gelangt sie über Lenden- und Sacralmark allmälig dünner werdend hinweg, erreicht den Markkegel und tritt endlich (vgl. Fig. III) von diesem auf den N.

coccygeus und das Filum terminale über, wo sie in Gestalt eines oder zweier sehr feiner, aber immer noch makroskopisch verfolgbarer Fädchen endet. Bis an das Ende des Markkegels erreicht so die Art. spinalis magna durchschnittlich eine Länge von etwa 14 bis 15. Ctm..

Die grosse Rückenmarksarterie besitzt folgende Zweige:

Ramus ascendens. Am Knie d. h. dort, wo der Stamm die Richtung der Wurzel verlässt und sich längs der vorderen Fissur nach dem Conus zu wendet, sendet die Art. spinalis magna einen grossen Seitenzweig ab, der eine dem Stamme dieser Arterie gerade entgegengesetzte Richtung, d. h. längs der Fissur nach aufwärts, einschlägt. Dieser Ramus ascendens arteriae magnae spinalis (*Ra* Fig. II) endet nach oben in einer Anastomose.

Rami cruciantes. Dicht über der Spitze des Markkegels, etwa einen halben Centimeter von demselben entfernt, treten aus der Art. spinalis magna zwei Äste, welche sich mit ihrem Stamme rechtwinkelig kreuzen und in entgegengesetzter Richtung verlaufend die vordere Fläche des Markkegels umkreisen. Diese Rami cruciantes (*Rc* Fig. III) verschwinden hinter den vorderen Wurzeln und laufen in nach oben concaven Bögen über die Flächen der Seitenstränge hin, wo sie dicht an den hinteren Wurzeln in den von diesen und den Seitenflächen des Rückenmarkes gebildeten Winkeln in einer später noch näher zu beschreibenden Weise in Anastomosen endigen. Die Rami cruciantes bilden gemeinschaftlich mit ihrem Stamm eine Art von Gefässkreuz (Crux vasculosa *Cv* Fig. III), dessen Spitze nach unten gegen den Markkegel sieht und dessen Schaft die herabfliessende Art. spinalis magna bildet.

Aus dem Stamm und dem aufsteigenden Ast der grossen Rückenmarksarterie entspringt nun noch das ganze Heer von typischen Zweigen, welches wir bereits als Äste der Artt. vertebrospinales anteriores kennen gelernt haben: Artt. sulci, Artt. radicinae, Artt. radic. anterior. und Zweige zur Anastomosis interradicina. Doch weichen die Wurzelzweige der Art. spinal. magna von denen der übrigen Spinalarterien darin ab, dass sie die dem mächtigsten Plexus des Körpers angehörenden Nervenwurzeln mit Blut versorgen und dem zufolge auch bei weitem bedeutender sind, als die entsprechenden Zweige der Spinalarterien. Während letztere

überall nur als vereinzelte Zweige erscheinen, breiten sich die Artt. radic. der Art. magna spinalis im Gebiet des Plexus ischio-sacralis zu ganzen Netzen aus, welche die Wurzeln dieses Plexus umspinnen (vgl. Fig. III). Nicht selten entspringen aus diesen starken Wurzelarterien des Plexus noch Zweige, welche dicht unter den vorderen Wurzeln desselben zu einem längs deren Ursprüngen dahinfliessenden Gefässchen zusammentreten.

Der zwischen den Gebieten der Artt. vertebro-spinales anteriores einerseits und der Art. spinalis magna anderseits gelegene Abschnitt der vorderen Rückenmarksfläche, also etwa unteres Halsmark und der grösste Theil des Brustmarkes, wird von dem Rest der schon erwähnten Spinalarterien versorgt (*Sa* Figg. I und II), die im Grossen und Ganzen denselben Verlauf, wie die Art. spinalis magna besitzen.

D. h. sie gelangen auf die vordere Rückenmarksfläche in Begleitung vorderer Wurzeln, biegen kurz bevor oder nachdem sie die vordere Fissur erreicht haben nach unten oder nach oben um, entsenden an derselben Stelle einen grossen Zweig, der eine dem Stamme entgegengesetzte Richtung an der Fissur entlang einschlägt und fliessen endlich, ebenso ihr Zweig, mit Gefässen zusammen, welche ihnen von den zunächst benachbarten, sich ebenso verhaltenden Spinalarterien entgegentreten. (Vgl. Figg. I und II.)

Trotz aller Variationen, die, wie schon erwähnt, in Bezug auf Zahl dieser Gefässe und Ort ihres Verlaufes vorkommen können, findet man doch darin eine gewisse, wenn auch nicht absolute, Constanz, dass jede der den Plexus brachialis zusammensetzenden Rückenmarkswurzeln und ganz besonders der vierte, fünfte, sechste und siebente Cervicalnerv sowohl rechts wie links sein eigenes arterielles Stämmchen besitzt.

Da bei solchem Reichthum an Spinalarterien im Gebiet des Brachialplexus diejenigen Gefässe, welche an gleichnamigen Wurzeln rechts und links verlaufen, einander fast an derselben Stelle der vorderen Fissur begegnen und an dem Ort ihrer Begegnung sich in der beschriebenen Weise dichotomisch theilen; so muss es geschehen, dass im Bereich der Cervicobrachialanschwellung längs der vorderen Fissur eine doppelte Reihe von Längs-

anastomosen entstehen und dadurch hier ein Verhalten hervorgerufen wird, wie es ähnlich am Halsmark, im Bereich der beiden Artt. vertebro-spinales anteriores, besteht.

Was nun endlich die Zweige betrifft, welche die cervicalen und die pectoralen Spinalarterien entsenden, so sind es dieselben, welche wir bereits bei Besprechung der Artt. vertebro-spinales anterior. und der Art. spinalis magna wiederholt kennen gelernt haben. Die unter einander in Zusammenhang stehenden Spinalarterien des Hals- und des Brusttheils fliessen auf der einen Seite mit den Artt. vertebro-spinales anterior., auf der anderen Seite mit der Artt. spinalis magna zusammen. Sie stellen daher die Verbindung zwischen diesen beiden Gefässgebieten her und bilden eine mächtige Anastomose, welche sämmtliche Arterien der vorderen Rückenmarksfläche umfasst und welche von den Artt. vertebrates herabreicht bis zum Filum terminale.

Diese Anastomose ist es, welche man irrthümlicher Weise als ein einheitliches Gefäss, als einen combinirten Ast der Vertebralarterien aufgefasst und dem man als Ausdruck dessen den Namen der Art. spinalis anterior gegeben hat.

Es kann nach dem oben dargelegten Sachverhalt nicht zweifelhaft sein, dass diese sogenannte vordere Spinalarterie einen Collectivbegriff repräsentirt für eine gewisse Anzahl von Gefässen, und zwar, dass sie identisch ist mit der ganzen Summe derjenigen Arterien, welche sich längs der vorderen Fissur zu einer Anastomose verbinden. Daraus aber folgt wiederum, dass es ihr zusteht, statt des bisherigen Namens den der Anastomosis spinalis antica zu tragen. (*Aa* Figg. I bis III.)

Zur allgemeinen Charakteristik der vorderen Spinalanastomose seien noch einmal kurz folgende Punkte hervorgehoben:

Die Stärke ihrer Zuflüsse an den einzelnen Abschnitten des Rückenmarks steht in directer Beziehung zum Ganglienreichthum dieser Abschnitte und der Mächtigkeit der von ihnen abgehenden Wurzelfasern. Sie ist demnach an den beiden Anschwellungen am bedeutendsten und in der Mitte des Brustmarkes am schwächsten.

Ferner: In der vorderen Längsanastomose fliesst kein einheitlicher Strom. In ihr kreisen vielmehr eine Menge einander entgegengesetzt gerichteter Partialströme (vgl. die Richtung der Pfeile in den Figg. I und II), deren Zahl nach Abzug des Zuflusses aus

den Artt. vertebrales gerade doppelt so gross ist, als die Anzahl aller übrigen Zuflüsse zur Anastomosis spinal. antic., d. h. aller Artt. spinales anterior. Der erste (Artt. vertebro-spinales anteriores) und der letzte dieser Partialströme hat stets diejenige Richtung, in welcher der vermeintliche Strom der Art. spinalis anterior fliessen sollte, die Richtung von oben nach unten.

B. Arteriae spinales posteriores.

Als Artt. spinales posteriores bezeichne ich alle diejenigen Arterien, welche unterhalb des Gebietes der Artt. vertebro-spinales posteriores die hintere Rückenmarksfläche versorgen.

Sie verhalten sich zum Theil den Artt. spinales anterior. ähnlich. Denn auch sie entspringen aus Intercostal-, Lumbal- und Sacralarterien, treten, wie jene, ebenfalls durch Foramina intervertebralia in den Rückenmarkcanal ein, gelangen analog, wie sie, auf dem Wege hinterer Wurzeln auf die hintere Rückenmarksoberfläche und theilen sich endlich, nachdem sie dieselbe erreicht haben, in ähnlicher Weise, wie die Artt. spinales anteriores, in zwei nach entgegengesetzter Richtung aber in der Längsachse des Rückenmarkes verlaufende und anastomotisch endende Zweige. (Vgl. *Sp* Figg. IV und V.)

Aber in vielen Punkten weichen die Artt. spinal. posteriores auch wesentlich von den analogen Zuflüssen zur vorderen Rückenmarksfläche ab.

Zunächst sind sie ihnen an Zahl weit überlegen und stehen ihnen an Stärke wesentlich nach.

Während die vorderen Spinalarterien Stämmchen repräsentiren, welche man ihrer Grösse wegen zu suchen nicht nöthig hat, sind die meisten Artt. spinales posteriores so klein, dass man sie besonders in der Mitte des Brustmarkes leicht übersieht und häufig erst mit Hilfe sorgfältiger Präparation entdeckt.

Nur im Gebiet des Lendenmarkes ist es anders. Die hinteren Spinalarterien des Lendenmarkes (vgl. Fig. V) sind stark und lang und spielen unter den hinteren Spinalarterien eine ähnliche Rolle, wie die Art. spinalis magna unter den vorderen. Sie tragen dem Rückenmarkabschnitt, welcher an Ganglien am reichsten ist und die meisten und stärksten Wurzeln entsendet, den kräftigsten Blutstrom zu.

In Bezug auf das relative Zahlenverhältniss der vorderen und der hinteren Spinalarterien zu einander lässt sich allgemein sagen, dass, während die Zahl der vorderen Spinalarterien meist nur einem Bruchtheil der Gesammtzahl der vorderen Wurzeln entspricht, die Zahl der hinteren Spinalarterien von derjenigen der hinteren Wurzeln meist nur um ein Bruchtheil differirt. Selbst die hinteren Wurzeln des Plexus lumbo-secralis sind nicht immer so arm an Zuflüssen, wie es das Präparat war, welchem unsere Abbildung (Fig. V) entnommen ist. Nicht selten sind auch hier mehrere, wenn nicht gar alle hinteren Wurzeln mit eigenen Stämmchen versehen. Ganz frei von hinteren Spinalarterien ist nur das obere Halsmark, das, wie wir das bereits wissen, all sein Blut von den Artt. vertebrales erhält.

Auch in der Art der weiteren Verbreitung besteht zwischen den hinteren und den vorderen Spinalarterien ein wesentlicher Unterschied.

Während sämmtliche vordere Spinalarterien zu einer einzigen längs der vorderen Fissur zusammenfliessenden Anastomosenkette zusammentreten, bilden die Artt. spinales posteriores jederseits zwei Anastomosenketten, so dass aus ihrem Bereich im Ganzen vier solcher Ketten hervorgehen. (Vgl. Figg. IV und V.)

Die Bildung dieser vier Ketten wird leicht verständlich, wenn man sich den Verlauf der Artt. vertebro-spinales posteriores vergegenwärtigt und die dort vorgefundenen Verhältnisse auf die hinteren Spinalarterien direct überträgt. Denn vom unteren Halsmark ab übernehmen bis auf das Ende des Markkegels hin die beiden longitudinal verlaufenden Zweige, in welche sich, wie bereits erwähnt, die hinteren Spinalarterien am Rückenmark theilen, dieselbe Rolle, welche am oberen Halsmark die hinteren vertebro-spinalen Arterien spielen. Sie stellen genau nach dem Muster der letzteren jederseits dicht vor den hinteren Wurzeln, in den von diesen und den Seitenflächen des Rückenmarkes gebildeten Winkeln eine bis zum Endfaden herabreichende Anastomose her, die durch Vermittlung der mit ihr zusammenfliessenden Art. vertebro-spinalis posterior ihrer Seite bis in die entsprechende Art. vertebralis reicht.

Diese beiden aus den Artt. spinales posterior. hervorgehenden Anastomosenketten mögen wegen ihres Verlaufes im Bereich

der Seitenstränge Anastomoses laterales. (*Al* Fig. V) heissen.

Aus den Anastomoses laterales gehen nach vorn Zweige zur Anastomosis interradicina, nach hinten dagegen eine grosse Zahl von Artt. penetrantes (P Fig. IV) ab, die nach kurzem Verlauf durch die hinteren Wurzeln in der schon einmal geschilderten Weise zu Anastomoses posticae (*Ap* Fig. IV und V) werden und die Anastomoses posticae des Halstheiles über den ganzen übrigen Rest des Rückenmarkes fortsetzen.

Wie am oberen Halsmark, so stehen auch in der Ausdehnung des ganzen übrigen Rückenmarkes die Anastomoses posticae durch quer verlaufende Gefässe (*qA* Fig. IV und V) mit einander in directer Verbindung. Die Zahl dieser Querverbindungen ist am bedeutendsten im Lenden- und Sacralmark, nächst dem im Hals- und oberen Brustmark, dagegen nur sehr gering in der Mitte des letzteren. Fast aus allen gehen Anfänge von Artt. fissurae (Fig. IV und V) hervor.

Da die beiden Anastomoses posticae Bildungen der Artt. penetrantes, demnach mittelbar Zweige der Anastomoses laterales sind und diese wiederum aus den arteriellen Zuflüssen der hinteren Spinalarterien hervorgehen; so wird hieraus ersichtlich, dass die Anastomoses posticae den Anastomoses laterales an Grösse nachstehen, in ihrer absoluten Stärke aber sammt allen aus ihnen hervorgehenden Zweigen von der Mächtigkeit der Spinalarterien ihres Gebietes abhängig sein müssen.

Es ist hieraus leicht zu verstehen, wesshalb im Lenden- und Sacralmark die Anastomosenketten und ihre Äste am stärksten und blutreichsten sind, und weshalb speciell dem lumbosacralen Theil der lateralen Anastomose im ganzen Netz der die hintere Rückenmarksfläche direct versorgenden Gefässe in Bezug auf seine Stärke gleichsam die Rolle eines Hauptstammes zufällt.

Wegen der Mächtigkeit der ihn bedeckenden Plexuswurzeln ist dieser Stamm erst nach Eröffnung und Zurückschlagen der beiden Wurzelreihen des Plexus gut zu verfolgen. (Fig. XII.)

Fig. XII stellt ein in dieser Weise hergestelltes Präparat dar. Dasselbe umfasst den Abschnitt der dritten, vierten und fünften Lenden- und der ersten Sacralwurzel. Die hinteren *(Hw)* und die vorderen *(Vw)* Wurzeln sind auseinandergelegt und begrenzen zu beiden Seiten die nun freigelegte Seitenfläche *(Sf)* des Rückenmarkes. Längs der Austrittsstelle der hinteren Wurzeln

aus dem Rückenmark zieht sich der starke Lendenabschnitt der Anastomosis lateralis *(Al)* hin und versorgt dabei die hinteren Wurzeln und die Anastomosis interradicina *(Ai)* mit Zweigen. Auch von vorn her, aus dem Gebiet der vorderen Spinalarterien und in der Richtung von den vorderen Wurzeln her gelangen Zuflüsse an dieselbe Anastomose.

Unten endigen die lateralen Anastomosen am Markkegel etwa einen halben Centimeter über dessen Spitze in Bögen, deren Convexität gegen den Conus hin gerichtet ist und die nach vorn mit den Rami cruciantes und durch deren Vermittlung mit der Art. spinalis magna zusammenfliessen.

Auf diese Weise erhält der lumbo-sacrale Abschnitt der lateralen Anastomose doppelte Zuflüsse, direct aus den Artt. spinales posteriores des Lumbaltheils, indirect durch Vermittlung der Rami cruciantes aus der Art. spinalis magna. Beide Zuflüsse gehören den mächtigsten Stromgebieten des spinalen Arteriennetzes an. Daher erhalten die untersten Abschnitte beider lateralen Anastomosen unter allen Rückenmarksarterien die reichste Zufuhr an Blut und charakterisiren sich so auch in physiologischem Sinn als Hauptstämme des Gefässnetzes an der hinteren Rückenmarksfläche. Dass sie es in der That sind, lässt sich noch speciell durch den Umstand beweisen, dass es gelingt, durch ihre Vermittlung von der Art. spinalis magna aus mit Leichtigkeit die grössere untere Hälfte des hinteren Rückenmarksgefässnetzes zu injiciren.

Nächst dem lumbo-sacralen Abschnitt der hinteren Rückenmarksfläche erhält der dem Hals- und dem oberen Brustmark angehörende Theil derselben die reichsten Blutzuflüsse und zwar das Halsmark aus den Artt. vertebro-spinales posteriores, die Brachialanschwellung aus ihr direct zufliessenden hinteren Spinalarterien.

Ebenso leicht, wie daher aus der Art. spinalis magna die Injectionsmasse in das ganze Gefässnetzwerk des Lumbosacralmarkes dringt, ebenso leicht gelingt von der Art. basilaris aus die Injection des Hals- und des oberen Brustmarkes. Und da anderseits die Art. vertebrales und die Art. spinalis magna durch das weite Canalsystem der vorderen Anastomose mit einander in offener Communication stehen, so gelingt es gewöhnlich, sowol von der Art. basilaris, wie von der Art. spinalis magna aus das gesammte Netz der vorderen Anastomose, sowie die hintere Rückenmarksfläche im Gebiet des Hals- und des oberen Brustmarkes, sowie

Lenden- und Sacralmarkes bis herab zum Filum terminale zu injiciren.

Nur die hintere Fläche des mittleren Brustmarkes, etwa die Strecke vom vierten bis siebenten Brustnerven, ist die für Injectionsmasse von den erwähnten beiden Orten aus ungemein schwer und nur ausnahmsweise zugänglich. Und das hat in der relativ grossen Armuth an Gefässen seinen Grund, die, wie wir bei verschiedenen Gelegenheiten bereits hervorzuheben Gelegenheit fanden, gerade in der bezeichneten Gegend hervortritt.

Zu der eben gegebenen Schilderung des arteriellen Oberflächengefässnetzes des Rückenmarkes bleibt nur noch wenig hinzuzufügen übrig.

Die beiden zuletzt beschriebenen Anastomosenketten, die Anastomoses laterales und posticae, schliessen beiderseits die hinteren Wurzeln dicht zwischen sich ein und geben auf ihrem ganzen Wege an dieselben und an die Anastomosis interradicina die bereits mehrfach beschriebenen Zweige ab.

Nach unten aber setzen sie sich in feine Ästchen fort, welche erst auf dem Filum terminale endigen. Diese Ästchen (vgl. Fig. V) sind durch einen feinzackigen Verlauf ausgezeichnet, der ähnlich der Schneide einer Laubsäge ist. Nicht weniger merkwürdig zeigen sich die Gefässstämmchen auf dem Medullarkegel selbst, da sie in ihrer eigenthümlichen Form oft an die Suturen des knöchernen Schädels erinnern.

Die Venen.

Die Venen der Rückenmarksoberfläche sind den Arterien an Capacität weit überlegen.

Während das injicirte Arteriensystem an der Rückenmarksoberfläche überall eine Knappheit der Form zur Schau trägt, welche es ermöglicht, die allgemeinen Principien ihrer anatomischen Anordnung leicht zu durchschauen; präsentirt sich das System der injicirten Oberflächenvenen des Rückenmarkes als ein Convolut massiger, reicher und vielfach geschlungener Venenwege, in denen man Mühe hat, sich zurechtzufinden.

An der Hand der in dieser Arbeit und in deren erstem Theil bekannt gegebenen Thatsachen über die Vascularisation des

Rückenmarkes lässt sich indessen auch der Faden finden, welcher das verschlungene Netzwerk des Venensystems entwirrt.

1. Die Venen der vorderen Rückenmarksfläche.

Aus der Beschreibung der Gefässe der Rückenmarkssubstanz haben wir ersehen, dass es am vorderen Rande jedes Rückenmarksquerschnittes drei Punkte gibt, an welchen arterielle Gefässchen in die Rückenmarkssubstanz eintreten und venöse Gefässchen dieselbe verlassen.

Der eine dieser Punkte entspricht der vorderen Fissur, die beiden anderen fallen mit den Austrittsstellen der vorderen Wurzeln zusammen.

Durch die vordere Fissur passiren die Vasa sulci und an den Austrittsstellen der vorderen Wurzeln gehen diejenigen Gefässchen ein und aus, welche ich die Artt. resp. Venn. radicum anteriorum genannt habe.

Denken wir uns nun die jedem einzelnen dieser drei Punkte entsprechende Gesammtheit derselben durch eine gemeinsame Linie dargestellt, so erhalten wir drei solcher Linien und diese Linien geben die Wege an, welchen die venösen Hauptstämme der vorderen Rückenmarksfläche folgen. Wir erkennen hieraus, dass die vordere Rückenmarksfläche drei Venenstämme besitzt und können dieselben nach ihrer Lage als Vena spinalis mediana anterior und Vena spinalis lateralis anterior dextra resp. sinistra bezeichnen.

Da jede dieser drei Venen aus den die Rückenmarkssubstanz verlassenden Venenstämmchen hervorgeht und durch deren Zusammenfluss entsteht, so ist ihr eben gekennzeichneter Verlauf leicht zu verstehen. Und eben so klar geht hieraus hervor, dass unter ihnen der längs der vorderen Fissur sich hinziehende mittlere Venenstamm der stärkste sein muss, da er aus den Venn. sulci zusammenfliesst, die, wie wir wissen, die stärksten unter allen venösen Gefässchen sind, welche die Rückenmarkssubstanz besitzt.

A. Vena spinalis mediana anterior.

Die mittlere Rückenmarksvene der vorderen Fläche (*Mda* Fig. VI bis VIII) zieht sich durch die ganze Länge des Rückenmarkes hin und erstreckt sich selbst bis auf das Filum terminale.

Sie hat einen stark geschlängelten Verlauf und ein in seiner Breite sehr wechselndes Strombett. Nur streckenweise schliesst sie sich dicht der vorderen Fissur an, während sie sich meist in weiten Schlangenwindungen an derselben entlang rankt. (Vgl. z. B. ihren Verlauf zwischen der vierten und siebenten Brustwurzel in Fig. VII). Wo sie die Fissur in weiten Bögen umkreist, da sind die über dieselbe hinaus verlängerten und sich in die Vena mediana anterior ergiessenden Sulcusvenen (*s* Fig. VII) besonders leicht zu verfolgen.

An denselben Stellen, an welchen die vordere arterielle Anastomose am stärksten ist, besitzt auch die vordere Medianvene ihre grösste Breite. Wir wissen bereits, dass Lenden- und Sacralmark einerseits, und Gebiete des Plexus brachialis anderseits solche Orte sind. Hier zeichnet sich denn auch die vordere Medianvene und zwar am Plexus ischio-sacralis durch besondere Stärke, am Plexus brachialis durch reiche Spaltungen und Verästelungen aus. (Vgl. Figg. VIII und VI.)

Aus der Vena mediana anterior gehen bedeutende Gefässe ab, die in Gestalt und Verlauf ganz den die Wurzeln begleitenden Abschnitten der Artt. spinales anter. entsprechen und daher ebenfalls Venae spinales anter. (*Sa* Fig. VI und VII) genannt werden mögen. Ihre Zahl ist gewöhnlich weit grösser, als die der gleichbenannten Arterien; aber sie gleichen wiederum letzteren darin, dass sie im Gebiete des Plexus brachialis immer in stattlicher Anzahl und Grösse und im Gebiete der Lumbalanschwellung durch einen oder durch zwei, aber ausserordentlich starke Gefässe vertreten sind. (S. die die dritte Lenden- und die die erste Sacralwurzel begleitenden Venen in Fig. VIII.)

Diese grossen spinalen Venenstämme entsprechen ganz der Art. spinalis magna und können dem entsprechend Venae spinales magnae anter. (*Sma* Fig. VIII) genannt werden. Ihre Zahl und der Ort ihres Verlaufes ist nicht constant. In welcher Weise beide wechseln, mögen folgende aus sieben beliebig ausgewählten Injectionspräparaten entnommene Beispiele lehren:

Venae spinales magnae anteriores.

Präparat	Rechts	Links
1.	XII. Brust-Wurzel III. Lenden-Wurzel	
2.	XIII. Brust-Wurzel III. Lenden-Wurzel	
3.	. . . .	III. Lenden-Wurzel I. Lenden- „
4.	. . . .	I. Sacral- „
5.	. . . .	I. Sacral- „
6.	I. Sacral-Wurzel	II. Lenden „
7.	I. Sacral-Wurzel	

Soviel sich aus vorstehenden Beispielen schliessen lässt, existirt in der Mehrzahl der Fälle nur Eine grosse vordere Rückenmarksvene, die selten die 12. Brust-, gewöhnlich die 2. oder 3.Lenden- oder 1. Sacralwurzel und zwar ebenso häufig rechts, wie links begleitet.

Alle Spinalvenen sind unverzweigt. Sie enden mit weiter Öffnung an der Dura mater dort, wo beim Herausnehmen des Rückenmarkes die Nervenwurzeln durchschnitten werden. Es kann also keinem Zweifel unterliegen, dass, wie die Artt. spinales Zuflussarterien, die Venae spinales Abflussvenen sind. Und zwar leiten diese Abflussvenen das Blut aus der vorderen Medianvene, also mittelbar aus dem Gebiet der Artt. sulci, in Intercostal-, Lumbal- und Sacralvenen fort. In Bezug auf die Richtung, welche der Blutstrom in der Median- und in den Spinalvenen verfolgt, findet eine gewisse Analogie zwischen derselben und dem Kreislauf in den entsprechenden Arterien statt. Aus jeder Art. spinalis anterior gelangt ein arterieller Strom in die vordere Längsanastomose, theilt sich hier und fliesst zu einer Hälfte nach unten, zur anderen nach oben. Und durch jede Vena spinalis verlässt ein Strom venösen Blutes das Rückenmark, der sich umgekehrt aus zwei aus entgegengesetzten Richtungen der Medianvene einander zuströmenden Armen sammelt. (Vgl. die Richtung der Pfeile in Fig. VIII.) Damit steht es auch im Zusammenhang, dass die Vena mediana im Annähern an jede Vena spinalis von beiden Seiten her stetig an Umfang wächst und dass jede Vena spinalis stärker

ist, als jeder der beiden Arme, durch deren Zusammenfluss sie entsteht. (Vgl. beispielsweise die Vena spinalis anter. der 6. und 7. Brustwurzel und der 2. Lenden- und der 1. Sacralwurzel links in Fig. VIII.)

B. Venae spinales laterales anteriores.

Wie schon erwähnt, entstehen die beiden Venae spinales laterales anteriores durch Zusammenströmen der Venae radic. anter.. Dem entsprechend geht auch ihr Weg längs der Ursprünge der vorderen Wurzeln und zwischen deren Fibrillen dahin. (*Sla* Fig. VI.) Weil die Wurzelbündelvenen den Sulcusvenen an Grösse nachstehen, so sind auch die beiden Lateralvenen schwächer, als die zwischen ihnen fliessende Medianvene. Sie unterscheiden sich von letzterer ferner noch dadurch, dass sie fast nie ein so strenges Continuum längs des ganzen Rückenmarkes bilden, wie diese. Am häufigsten stellen sie noch am Hals- und Brustmark (*S.* Figg. VI und VII) ein zusammenhängendes Gefäss dar. Nach unten zu (vgl. die Ven. lateralis dextra zwischen der 5. und 6. Brustwurzel in Fig. VII) und besonders im Lenden- und Sacralmark zerfallen sie in kleine isolirte Stämmchen, die sich direct in die Ven. mediana ergiessen. (Fig. VII.)

Der Abfluss der Venae laterales geht in doppelter Weise vor sich: entweder, wie eben erwähnt, ergiessen sie sich in die Vena mediana, oder sie gehen direct in Venae spinales über.

Im Hals- und oberen Brustmark sind die Anastomosen zwischen den Lateralvenen und der Vena mediana nicht zahlreich, aber stark (Fig. VI), sie sind die Abflüsse immer einer ganzen Reihe von Wurzelbündelvenen. In den unteren Abschnitten des Rückenmarkes sind diese Anastomosen zahlreich, aber schwach (Fig. VIII), die Wurzelbündelvenen fast jeder einzelnen Wurzel haben ihren directen Abfluss zur Vena mediana (Fig. VIII) oder zu einer Vena spinalis. (S. Ven. spinalis der 5 Brustwurzel rechts in Fig. VII.)

Die Zweige, welche die Venae laterales ausser den Wurzelbündelvenen erhalten, sind Venae radicinae (*r* Fig. VII), kleine Venen, welche das Blut aus den vorderen Wurzeln dem Hauptstrom zuführen. Hier und dort, besonders aus den Wurzeln der Hauptnervenplexus, strömen diese Venen direct in die Vena mediana ein.

2. Die Venen der hinteren Rückenmarksfläche.

Mit der Beschreibung des Venenverlaufes an der hinteren Oberfläche des Rückenmarkes kann ich mich kurz fassen, da derselbe in seinen Grundzügen dem für die vordere Rückenmarksfläche beschriebenen Venennetz ganz und gar entspricht. Es ist diese Thatsache um so bemerkenswerther, als, wie wir gesehen haben, das Arteriennetz der hinteren Rückenmarksfläche von dem der vorderen grundverschieden ist.

Auch auf der hinteren Rückenmarksfläche sammeln sich die die Rückenmarkssubstanz verlassenden kleinen Venen zu drei Stämmen an, die alle in der Längsachse des Rückenmarkes verlaufen und von denen der eine, und zwar wiederum der mittlere, der stärkste ist und der hinteren Fissur folgt (Vena spinalis mediana posterior [*Mdp* Figg. IX und X], während die beiden anderen, Venae spinales laterales posteriores (*Slp* Figg. XI und XII) die schwächeren sind und sich an den hinteren Wurzeln entlang schlängeln.

A. Vena spinalis mediana posterior.

Sie ist genau, wie die correspondirende Vene der Vorderfläche, im Bereich der Lenden- und der Halsanschwellung am stärksten und hier, noch mehr wie jene, durch sehr starke Schlängelung ausgezeichnet. (Vgl. den durch die Halsanschwellung verlaufenden Theil der Vena spin. med. post. Fig. IX.) In ihren abhängigsten Partien besitzt die hintere Medianvene gleichfalls einen bis zwei sehr starke Abflussstämme (Venae spinales magnae posteriores (*Smp* Fig. XI), die gewöhnlich in Begleitung von hinteren Wurzeln des unteren Brust- oder des Lendenmarkes und nur höchst selten selbständig zwischen zweien Wurzeln das Blut nach aussen führen.

In welcher Weise Zahl und Ort dieser grossen hinteren Spinalvenen wechseln, das mögen folgende sechs Beispiele lehren:

Fig. XIV gehört der hinteren Rückenmarksfläche an. Am ganzen Präparat sind seitlich die breiten hinteren Wurzeln sichtbar. Ein Theil der hinteren Medianvene (*Mdp*) schlängelt sich durch die Mitte des Präparates und mündet rechts am unteren Rand desselben in eine hintere Spinalvene (*Sp*) aus. Rechts findet sich die Andeutung einer Vena lateralis poster. mit einigen Venae radicinae (*r*), die sie aufnimmt. Das arterielle System ist in diesem Präparat durch Anastomoses posticae (*Ap*), Artt. radicinae (*R*) und Bruchstücke von queren Anastomosen (*qA*) vertreten.

Fig. XV stellt das capillare Netz der seitlichen Rückenmarksoberfläche mit zwei auseinander gebreiteten Wurzelfasern dar. Durch die Mitte des Präparates verläuft die Anastomosis interradicina (*Ai*) und wird von einem ziemlich starken venösen Stämmchen quer durchschnitten, das zum Theil eine directe Verbindung zwischen den Venennetzen der vorderen und der hinteren Rückenmarksfläche herstellt (*aAi*) und zum Theil in eine venöse Zwischenwurzelanastomose (*Ai*) übergeht.

Alle drei Präparate zeigen aber noch ausser den erwähnten Bruchstücken der uns schon bekannten gröberen Gefässe ein feines, zierliches, alle Lücken zwischen den gröberen Gefässen ausfüllendes und namentlich auch die Wurzelfebrillen umspinnendes Blutgefässnetz, das Netz der oberflächlichen Rückemarkscapillaren.

Soll ich nun zum Schluss dieser Arbeit dem in derselben niedergelegten anatomischen Detail noch einen physiologischen Ausdruck geben, so möchte ich vor Allem auf zwei Thatsachen die Aufmerksamkeit lenken: 1. auf den ungemein grossen Reichthum an Blutgefässen, welchen die Rückenmarksoberfläche besitzt und 2. auf die ungewöhnliche Zahl und Stärke der Anastomosen, die die Arterien und die Venen der Rückenmarksoberfläche unter sich in eine freie, fast ungebundene Communication setzt.

Beide Thatsachen haben ihre grosse physiologische Bedeutung.

Das reiche Netz von Blutgefässen führt dem Rückenmarksinneren jederzeit einen kräftigen Blutstrom zu.

Nun wissen wir, dass die Stärke des Blutstromes in den Organen einer der wichtigsten Factoren ihrer physiologischen Energie ist.

Die Ganglien des Rückenmarkes, die als Werkstätten fast aller vegetativer Functionen solcher Energien ganz besonders bedürfen, sind durch die Fälle der Blutmenge, die sie erhalten, für ihre Bedeutung noch ganz besonders prädisponirt.

Die freie und nach allen Richtungen hin ungehinderte Communication des Blutes an der Rückenmarksoberfläche aber wahrt anderseits den Ganglien eine gewisse Unabhängigkeit vom Blutstrom und paralysirt mit Leichtigkeit locale Störungen des Kreislaufes durch Eröffnung von collateralen Wegen. Mangelhafte Anastomosen im spinalen Blutgefässsystem würden bei localen Störungen des Kreislaufes um so schwerere Folgen nach sich ziehen, als sich in Gangliengebieten das materielle Substrat der Function auf den kleinsten Raum zusammendrängt, als somit die Rückenmarksubstanz, wenn ich mich so ausdrücken darf, ein physiologisches Substrat in concentrirtester Form ist.

Für beide Auffassungen lassen sich feststehende Argumente anführen.

Dass der Reichthum des spinalen Blutstromes besonders der Ganglienfunction zu Gute kommt, erkennen wir daran, dass die weisse Rückenmarkssubstanz, wie für die Function der Ganglien, so auch, wie wir gesehen haben, für den Blutstrom vorzugsweise nur leitendes Organ ist, und dass die von allen Seiten der Rückenmarksperipherie nach dem Inneren zusammenströmenden Gefässe erst im Bereich der grauen, zumal an Ganglien reichen Substanz in ein üppiges, überall freies und offenes Netz von Capillaren zerfallen.

Und dass anderseits die durch die zahlreichen Anastomosen bedingte freie Communication des Blutes an der Rückenmarksoberfläche die Ganglienfunction vor mannigfachen im Kreislauf bedingten Störungen schützt, das ist aus dem pathologischen Factum ersichtlich, dass in demjenigen Theil des Rückenmarkes die myelitischen Processe am häufigsten vorkommen, in welchem die Anastomosen am schwächsten entwickelt sind und in welchen selbst bei künstlichen Injectionen die Masse nur mit Schwierigkeit eindringt, im mittleren Theil des Brustmarkes.

Erklärung der Abbildungen.

Die Fig. I bis XII sind bei anderthalbmaliger Vergrösserung der natürlichen Präparate frei nach der Natur gezeichnet.

Die Fig. XIII, XIV und XV sind mikroskopische Bilder. In die 5—6fach linear vergrösserten Contouren sind die Details nach Auflösung der Präparate mittelst Zeiss Oc. 2, Obj. aa (1 : 27) hineingezeichnet worden.

Die genauere Besprechung der Präparate liefert der Text.

In allen Abbildungen bedeutet: C. Pars cervicalis, P. Pars pectoralis L. Pars lumbalis und S. Pars sacralis.

Inhalt.

V. SITZUNG VOM 9. FEBRUAR 1882.

Herr Dr. L. J. Fitzinger übernimmt als Alterspräsident den Vorsitz.

Der Präsident des niederösterreichischen Gewerbevereins theilt mit, dass von diesem Vereine am 10. d. M. eine Gedächtnissfeier für dessen verstorbenen Ehrenpräsidenten A. Freiherrn v. Burg veranstaltet werden wird und übermittelt zur Theilnahme an derselben die Einladungskarten für die Mitglieder der kaiserlichen Akademie.

Das c. M. Herr Prof. F. Lippich in Prag übersendet eine Abhandlung: „Über polaristrobometrische Methoden".

Das c. M. Herr Prof. Dr. R. Maly in Graz übersendet den III. und IV. Theil der „Studien über das Caffeïn und Theobromin", von denen der III. Theil in Gemeinschaft mit Herrn F. Hinteregger, der IV. Theil in Gemeinschaft mit Herrn R. Andreasch bearbeitet worden ist.

Die Herren Dr. J. M. Eder und G. Ulm in Wien übersenden eine Abhandlung: „Über das Verhalten von Quecksilberjodid zu unterschwefligsaurem Natron".

Der Secretär legt ein versiegeltes Schreiben behufs Wahrung der Priorität von den Herren Prof. A. R. Harlacher in Prag, Prof. Dr. L. Henneberg und Oberingenieur O. Smreker in Darmstadt vor.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. C. Langer überreicht eine vorläufige Mittheilung, betreffend das „Gefüge der Knochen".

Das w. M. Herr Hofrath v. Hochstetter überreicht als Obmann der prähistorischen Commission den Bericht über die Resultate der im Auftrage dieser Commission im Jahre 1881 in den mährischen Höhlen vorgenommenen Untersuchungen.

Hofrath v. Hochstetter überreicht ferner einen Bericht über die durch einen Steinbruch zufällig geöffnete Lettenmaier Höhle bei Kremsmünster, die er im vergangenen Sommer gemeinschaftlich mit Herrn Prof. P. Anselm Pfeiffer und Herrn Szombathy untersucht hat.

Das w. M., Herr Director Dr. Steindachner überreicht eine für die Denkschriften der kaiserlichen Akademie bestimmte ichthyologische Abhandlung unter dem Titel: „Beiträge zur Kenntniss der Fische Afrika's (II) und Beschreibung einer neuen Paraphoxinusart aus den unterirdischen Gewässern in der Herzegowina.“

Das w. M. Herr Professor v. Barth überreicht drei in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeiten:

1. „Über die Constitution des Guajols“, von Herrn Dr. J. Herzig.

2. „Über das Verhalten der Kalksalze der drei isomeren Oxybenzoësäuren und der Anissäure bei der trockenen Destillation“, von den Herren Dr. G. Goldschmiedt und Dr. J. Herzig.

3. „Notiz über das Vorkommen von Bernsteinsäure in einem Rindenüberzuge auf *Morus alba*“, von Herrn Dr. Guido Goldschmiedt.

Herr Professor v. Barth überreicht ferner eine Mittheilung aus dem chemischen Laboratorium der Universität Innsbruck: „Über Naphtalintetrasulfosäure“, von Herrn Professor C. Senhofer.

Der Secretär überreicht eine Abhandlung des Herrn Dr. Max Margules in Wien, betitelt: „Die Rotationsschwingungen flüssiger Cylinder“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia Romana: Analele. Seria II. — Tomulu II. Bucuresci. 1881; 4°.

Académie de Médecine: Bulletin. 2ᵉ série. Tome XI. 46ᵉ année, Nrs. 1—4. Paris, 1882; 8°.

Accademia, R. dei Lincei: Atti. Anno CCLXXIX, 1881—82. Serie terza. Transunti. Vol. VI. — Fascicolo 4°. Roma, 1882; 4°.

Ackerbau-Ministerium, k.k.: Statistisches Jahrbuch für 1880. III. Heft, 2. Lieferung. Der Bergwerksbetrieb Österreichs im Jahre 1880. Wien, 1881; 8°.

Ageno Luigi e Torquato Beisso: Del sistema commissurale centrale dell' enceffalo umano. Genova, 1881; 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift nebst Anzeigen-Blatt. XX. Jahrgang, Nr. 4. Wien, 1882; 8°.

Barrande, M. J.: Du maintien de la nomenclature établie par M. Murchison. Paris, 1880; 8°. — Défense des Colonies. V. Apparition et Réapparition en Angleterre et en Ecosse des espèces coloniales siluriennes de la Bohême; à Prague, à Paris, 1881; 8°.

Bellati, M.: Proprietà termique notevoli di alcuni joduri doppi. Padova, 1880; 8°.

Bibliothèque universelle: Archives des sciences physiques et naturelles. 3e période. Tome VII, Nr. 1. — 15. Janvier 1882. Genève, Lausanne, Paris, 1882; 8°.

Central-Commission, k. k. statistische: Statistisches Jahrbuch für das Jahr 1879. 5. Heft. Wien 1881; 8°. — Jahr 1878. VII. 2. Abtheilung. Wien, 1882; 8°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang VI, Nr. 5 & 6. Cöthen, 1882; 4°.

Clausius, R.: VI. Über die theoretische Bestimmung des Dampfdruckes und der Volumina des Dampfes und der Flüssigkeit. Bonn, 1881; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome XCIV, Nr. 4. Paris, 1882; 4°.

Essex Institute: Bulletin. Vol. 12, Nrs. 1—12. Salem, 1880; 8°. — Visitors' Guide. Salem, 1880; 8°.

Gesellschaft für Salzburger Landeskunde: Mittheilungen XXI. Vereinsjahr 1881. Salzburg; 8°.

— königl. bayer. botanische: Flora oder allgemeine botanische Zeitung. N. R. XXXIX. Jahrgang oder der ganzen Reihe LXIV. Jahrgang 1881. Regensburg; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XLIII. Jahrg. Nr. 3 bis 5. Wien, 1882; 4°.

Hydrographisches Amt, k. k.: Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens. Vol. IX. Nr. 12, Jahrgang 1881. Pola; 8°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. VII. Jahrgang, Nr. 3—5. Wien, 1882; 4°.

— — Zeitschrift. XXXIII. Jahrgang, VI. Heft. Wien, 1881; 4°.

Kriegsmarine, k. k.: Kundmachungen für Seefahrer und hydrographische Nachrichten. Jahrg. 1881, Heft 6. Pola, 1881; 8°.

Malm, A. W. Dr.: Berättelse om det, som tilldragit sig inom naturhistoriska museets zoologisk-zootomiska afdelingar år 1881. Göteborg. 1882; 8°.

Militär-Comité, k. k. technisches und administratives: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens. Wien, 1881; 8°.

Museum of comparative Zoology at Harvard College: Annual Report of the Curator to the President and Fellows for 1880—81. Cambridge, 1881; 8°.

— — Memoirs. Vol. VIII, Nr. 1. Cambridge, 1881; 4°.

— — Bulletin. Vol. IX. Nrs. 1—5. Cambridge, 1881; 8°.

Nature: Vol. XXV, Nr. 639 & 640. London, 1882; 8°.

Observatory, the astronomical of Harvard College: Thirty-sixth annual report. Cambridge, 1882; 8°. — Photometric measurements of the variable stars β Persei and D. M. 81°25, by Edward C. Pickering. Cambridge, 1881; 8°. — The Bolometer and Radiant Energy by Professor S. P. Langley. Cambridge, 1881; 8°.

— the Batavia: Rainfall in the East Indian Archipelago. Tweede Jaargang 1880. Batavia, 1881; 8°.

Osservatorio centrale del real collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bollettino mensuale. Ser. II, Vol. I, Nr. 9. Torino, 1881; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrg. 1881, Nr. 1—18 (Schluss). Wien, 1881; 8°.

Repertorium für Experimental-Physik etc., von Dr. Ph. Carl. XVIII. Band, 3. Heft. München und Leipzig, 1882; 8°.

Società degli Spettroscopisti italiani: Memorie. Vol. X, Dispensa 11ª. Novembre 1881. Roma, 1881; 4°.

Società J. R. agraria di Gorizia: Atti e Memorie. Anno XXI. N. S. Nrs. 8—12. Gorizia, 1881; 8°.

Society the Asiatic of Bengal: N. S. Vol. L. Nr. 245. Calcutta, 1881; 8°.

United states: Astronomical and meteorological Observations made during the year 1876 at the naval Observatory. Part II. Washington, 1880; gr. 4°. — Observations of Double Stars by Asaph Hall. Washington, 1881; 4°. — Reports on the total solar eclipses of July 29, 1878 and January 11, 1880. Washington, 1880; 4°.

— — Report of the Commissioner of agriculture for the years 1878 & 1879. Washington, 1879—80; 8°.

Verein militär-wissenschaftlicher in Wien: Organ XXIV. Band. 1. Heft. 1882. Wien; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXII. Jahrgang, Nr. 5, Wien, 1882; 4°.

Adair

Vc - - - -

V - - - - - -
Vsa - - - -

A - - - - -

R - - - - - -

Sa - - - - - -

Lith. v. Dr J.H.

Adam

Vc

V

Vsa

A

R

Sa

lith. v. Dr J. H

Mda

aAi

1

Sma

2

I.

3

aAi

4

5

Sma

Sta

M

Ncocc g.

5 4 3 2 1

S

lith. v. Dr. J. Heitzmann.

K. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

Adamkiewicz: Rü

Taf. IV.

Mdp

Pl

Rg

aAi

Smp

12

1

I.

Sp

2

Mdp

XI

IX

lith. v. Th. Heuzmann.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXXV. Band. III. Heft.

DRITTE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

VI. SITZUNG VOM 2. MÄRZ 1882.

Herr Dr. L. J. Fitzinger führt als Alterspräsident den Vorsitz.

Das Präsidium der k. k. geographischen Gesellschaft in Wien übermittelt die aus Veranlassung der fünfundzwanzigjährigen Jubelfeier dieser Gesellschaft (im December 1881) erschienene Festschrift.

Das w. M. Herr Prof. E. Hering übersendet eine Abhandlung: „Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie. VIII. Mittheilung. Über scheinbare Öffnungszuckung verletzter Muskeln," von Herrn Dr. Wilh. Biedermann, Privatdocent der Physiologie und erster Assistent am physiologischen Institute der Universität zu Prag.

Das c. M. Herr Prof. E. Weyr übersendet eine Abhandlung des Herrn Prof. Heinrich Drasch in Steyr, betitelt: „Beitrag zur synthetischen Theorie der ebenen Curven dritter Ordnung mit Doppelpunkt."

Das c. M. Herr Prof. C. Claus übersendet eine im zoologischen Institute der Wiener Universität ausgeführte Arbeit von Herrn Eduard Becher: „Zur Kenntniss der Mundtheile der Dipteren."

Herr Dr. Friedrich Wächter in Wien übersendet eine Abhandlung: „Über die materiellen Theile im elektrischen Funken."

Herr Dr. M. Holl, Supplent der Anatomie in Innsbruck, übersendet eine im Wiener anatomischen Institute ausgeführte Arbeit: „Über die richtige Deutung der Querfortsätze der Lendenwirbel und die Entwicklung der Wirbelsäule des Menschen."

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Construction der allgemeinen Flächen der dritten bis siebenten Ordnung aus der Anzahl sie bestimmender Punkte," von Herrn Prof. Dr. G. v. Escherich in Czernowitz.

2. „Über Schwefelwasserstoffbildung aus Schwefel und Wasser,“ von Herrn Prof. Josef Boehm in Wien.
3. „Über die Integration hyperelliptischer Differentiale durch Logarithmen“, von Herrn Dr. G. A. Pick, Assistent am physikalischen Institute der Universität zu Prag.
4. „Über die Entwicklung der Zahlen in gewisse Reihen aus reciproken ganzen Zahlen“, von Herrn F. J. Schneider, Assistent an der technischen Hochschule im Lemberg.

Das w. M. Herr Prof. E. Suess überreicht eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung des Herrn Dr. Leo Burgerstein in Wien unter dem Titel: „Geologische Studie über die Therme von Deutsch-Altenburg“.

Das w. M. Herr Hofrath G. Tschermak spricht über den Meteoritenfall, welcher am 3. Februar l. J. bei Mócs unweit Klausenburg in Siebenbürgen stattfand und überreicht eine darauf bezügliche Mittheilung des Herrn Prof. A. Koch in Klausenburg.

Das w. M. Herr Director J. Hann überreicht eine Abhandlung: „Über den Föhn in Bludenz.“

Der Secretär überreicht eine im physikalischen Institute der Wiener Universität ausgeführte Arbeit: „Über Ausstrahlung und Absorption.“ I. Abhandlung, von Herrn Dr. Ernst Lecher.

Das c. M. Herr Prof. Sigm. Exner überreicht eine unter seiner Leitung ausgeführte Untersuchung von Dr. F. v. Mises in Wien: „Über die Nerven der menschlichen Augenlider.“

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia Real de ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana: Anales. Entrega 210. Tomo XVIII. Enero 15. Habana, 1882; 8⁰.

Académie Impériale de St. Pétersbourg: Bulletin. Tome XXVII. Nr. 4 et dernier. St. Pétersbourg, 1881; 4⁰.

Akademie, kaiserliche Leopoldino-Carolinisch deutsche der Naturforscher: Leopoldina. Heft. XVIII. Nr. 1—2. Januar 1882. Halle a. S.; 4⁰.

Alterthums-Verein zu Wien: Berichte und Mittheilungen. Band XX. Wien, 1871; 4⁰.

Annales des Ponts et Chaussées: Memoires et Documents. 6ᵉ serié. 1ʳᵉ année. 12ᵉ cahier. 1881. Décembre. Paris; 8⁰.

Apotheker-Verein, allgem.-österr.: Zeitschrift nebst Anzeigen-Blatt. XX. Jahrgang Nr. 5 u. 6. Wien, 1882; 8°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang. VI. Nr. 7—9. Cöthen, 1882; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Academie des sciences. Tome XCIV. Nos. 5—7. Paris, 1882; 4°.

Genootschap, het Bataviasch van Kunsten en Wetenschappen: Verhandelingen. Ded XLI. 2e Stuk. Batavia, 's Hage, 1880; 4°.

— — Tijdschrift voor Indische Taal-, Land- en Volkenkunde. Deel XXVI. Aflevering 2—6. Batavia, 's Hage, 1880—81; 8°.

— — Notulen van de Algemeene en Bestuurs-vergaderingen. Deel XVIII. 1880. Nr. 1—4. Batavia, 1880; 8°. Deel XIX. 1881. Nr. 1. Batavia, 1881; 8°.

Gesellschaft, allgemeine schweizerische für die gesammten Naturwissenschaften. Neue Denkschriften. Band XVIII. Abthlg. 1. Basel, Genéve und Lyon, 1880; 4°.

— deutsche chemische: Berichte XV. Jahrgang. Nr. 2. Berlin, 1882; 8°.

— Fürstlich Jablonowski'sche: Jahresbericht. Leipzig im April, 1881; 8°.

— Naturforschende in Bern: Mittheilungen aus dem Jahre 1881. I. Heft Nr. 1004—1017. Bern, 1881; 8°.

— österreichische für Meteorologie: Zeitschrift. XVIII. Band, Februar-Heft 1882. Wien, 1882; 8°.

Gewerbe-Verein, niederösterr.: Wochenschrift LIII. Jahrgang Nr. 6—8. Wien, 1882; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. VII. Jahrgang. Nr. 6—8. Wien, 1882; 4°.

Institut, königl. Preuss. geodätisches: Publication. Das hessische Dreiecksnetz. Berlin, 1882; 4°.

— Präcisions-Nivellement der Elbe. 2. Mittheilung. Von der Seevemündung bis auf die Insel Neuhof. Berlin, 1881; 4°.

Instituut, het koninklijk voor de Taal-Land-en Volkenkunde van Nederlandsch-Indië. IV. Volgreeks. V. Deel. — 1 Stuk. 's Gravenhage, 1881; 8°.

Instituut, Reis in Oost- en Zuid-Borneo van Koetei naar Banjermassin door Carl Bock. 1. Gedeelte. 's Gravenhage, 1881; 4°. Dazu Atlas. 's Gravenhage, 1881; 4°.

Maatschappij der Nederlandsche Letterkunde te Leiden: Handelingen en Mededeelingen over het jaar 1881. Leiden, 1881; 8°. — Levensberichten der afgestorvene Medeleden. Leiden, 1881; 8°. — Alphabetische List der Leden. Leiden, 1881; 8°.

— — Neue Untersuchungen über die Bahn des Olbers'schen Cometen und seine Wiederkehr von F. K. Ginzel. Haarlem, 1881; 4°.

Mittheilungen aus Justus Perthes geographischer Anstalt von D A. Petermann. XXVIII. Band 1882. II. Gotha, 1882; 4°.

Musée Teyler: Archives. Série II. 2e partie. Haarlem, Paris, Leipsic, 1881; 4°.

Museum of Comparative Zoology: Buletin. Vol.VI. Nr. 12. Cambridge, October, 1880; 8°.

Nature. Vol. XXV. Nos. 641—4 . London, 1882; 8°.

Observatorium, astrophysikalisches zu Potsdam: Publicationen. II. Band mit 35 Tafeln. Potsdam, 1881: 4°.

Omboni, Giovanni: Osservazioni dei Fossili triasici del Veneto, que furono descritti e figurati dal Prof. P. A. Catullo. Venezia, 1882; 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. 1882. Nr. 1, 2 u. 3. Wien, 1882; 8°.

Societät, physikalisch-medicinische zu Erlangen: Sitzungsberichte. 13. Heft. November 1880 bis August 1881. Erlangen. 1881; 8°.

Société de Biologie: Comptes rendus des séances et Mémoires. Tome I. de la 7e série, année 1879. Paris, 1880; 8°.

— géologique de France: Mémoires. 3e série. Tome second. I, Documents. Paris, 1881; 4°. — II. Mémoires. Paris, 1882; 4°.

— Hollandaise des Sciences à Harlem: Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles. Tome XVI. 3e, 4e et 5e livraisons. Harlem, 1881; 8°.

— des sciences de Finlande: Observations météorologiques. Vol. VII. Année 1879. Helsingfors, 1882; 8°.

Society, the Asiatic of Bengal: Proceedings. Nr. IX. November, 1881. Calcutta, 1881; 8⁰.

— the Boston of Natural History: Proceedings. Vol. XX. part. IV. January 1880. — April 1880. Boston; 8⁰. Vol. XXI. part. I. May, 1880. — December 1880. Boston; 8⁰.

— the Royal astronomical: Monthly Notices. Vol. XLII. Nr. 3. January, 1882. London; 8⁰.

— the Royal geographical: Proceedings and monthly record of Geography. Vol. IV. Nr. 2. February, 1882; 8⁰.

— the Zoological of London: Proceedings for the year 1881. Part. II. London, 1881; 8⁰.

— the Royal Dublin: The scientifique Proceedings. Vol. II. (N. S.) November 1880. Part. VII. Dublin, 1880; 8⁰. — Vol. III. (N. S.) Parts I—IV. Dublin, 1881; 8⁰

Society, the Royal Dublin: The scientifique Transactions. Vol. I. (Series II.) (November 1880). XIII. — On the Possibility of originating Wave Disturbances in the Ether by means of Electric Forces. Part. 2. Dublin, 1880; 4⁰.—Vol. I. (Series II.) April 1881). XIV. — Explorations in the Bone Cave of Ballynamintra, near Cappagh, County Waterford. Dublin, 1881; 4.

Vereeniging, koninklijke natuurkundige in Nederlandsch-Inbië: Natuurkundig Tijdschrift. Deel XL. Achtste Serie. Deel I. Batavia, 's Gravenhage, 1881; 8⁰.

Verein, militär-wissenschaftlicher in Wien.: Organ. XXIV. Band. Separatbeilage zum III. Hefte. 1882. Wien; 8⁰.

Vierteljahrsschrift, Oesterreichische für wissenschaftliche Veterinärkunde. LVI. Band. II. Heft. (Jahrgang 1881. IV). Wien, 1881; 8⁰.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXII. Jahrgang. Nr. 6, 7 u. 8. Wien, 1882; 4⁰.

Zoologische Station zu Neapel: Mittheilungen, zugleich ein Repertorium für Mittelmeerkunde. III. Band, 1. u. 2. Heft. Leipig, 1881; 8⁰.

Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie.

(Aus dem physiologischen Institute zu Prag.)

(Achte Mittheilung.)

Über scheinbare Öffnungszuckung verletzter Muskeln.

Von Dr. **Wilhelm Biedermann,**

Privatdocenten und erstem Assistenten am physiologischen Institute der Universität zu Prag.

Wird ein unversehrter, regelmässig gebauter Muskel, wie z. B. der Sartorius des Frosches der Länge nach von einem Kettenstrom durchflossen, und man verletzt hierauf das eine oder andere Ende desselben, so wird der durch diesen Eingriff erzeugte Demarcationsstrom bei jeder Schliessung den im Kreise bereits vorhandenen Reizstrom je nach dessen Richtung bald verstärken und bald schwächen müssen, insofern ein Zweig des ersteren sich in denselben Kreis ergiesst.

In einer früheren Arbeit[1] habe ich gezeigt, dass jede Verletzung eines Muskels dessen elektrische Erregbarkeit in auffallender Weise beeinflusst, derart, dass die erregende Wirkung der Schliessung oder Öffnung eines Stromes immer dann vermindert oder aufgehoben erscheint, wenn derselbe durch die Demarcationsfläche aus-, beziehungsweise eintritt. Da nun im ersteren Falle die Richtung des in den Reizkreis abgezweigten Antheiles des Demarcationsstromes stets der Richtung des Kettenstromes entgegengesetzt ist, der letztere daher durch den ersteren nothwendig geschwächt wird, so entsteht die Frage, ob nicht dieser

[1] Diese Beiträge. IV. Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch. III. Abth., Bd. LXXX. 1879.

Umstand allein ausreicht, um die verminderte Reizwirkung bei Schliessung des Kreises zu erklären.

Ich habe mit Rücksicht darauf bereits früher Versuche angestellt, welche jedoch diese Annahme als unzureichend zur Erklärung der beobachteten Thatsachen erscheinen lassen. So wurden z. B. zwei Sartorii in gleicher Richtung in denselben Stromkreis hinter einander eingeschaltet und die Zuckungen zum besseren Vergleiche graphisch verzeichnet. Nachdem ich mich überzeugt hatte, dass beide Muskeln ungefähr bei gleicher Intensität des in beiden absteigend gerichteten Stromes zu zucken begannen, wurde das tibiale Ende des einen abgetödtet. Blieb die Schliessungserregung dann in beiden Muskeln aus oder erschien sie doch an beiden in gleichem Grade geschwächt, so wäre man wohl berechtigt gewesen, die Wirkung der Verletzung diesfalls auf die Schwächung des Reizstromes durch den entgegengesetzt gerichteten Demarcationsstromzweig zu beziehen. Dies war jedoch niemals in auffälliger Weise der Fall, und nur bei Anwendung von Minimalreizen liess sich bisweilen eine geringfügige Beeinflussung der Zuckungsgrösse des unversehrten Muskels durch einseitige Verletzung des andern in dem angedeuteten Sinne constatiren. Wurde aber dann der Reochordschlitten nur wenig vorgeschoben, so zuckte zwar der erstere sehr kräftig, der verletzte blieb jedoch auch bei weiterer Verstärkung der Stromesintensität ganz ruhig. Ich habe mich übrigens auch durch directe Messung der Ablenkungen, welche am Galvanometer einerseits durch den Reizstrom und anderseits durch den in den Kreis abzweigenden Antheil des Demarcationsstromes hervorgebracht werden, überzeugt, dass selbst dann, wenn bei Schliessung des atterminal (zur Wundfläche hin) gerichteten Kettenstromes noch keine Spur einer Zuckung des einseitig verletzten Muskels beobachtet wird, die Intensität desselben jene des abgeleiteten Demarcationsstromzweiges weitaus übertrifft, so dass nicht die Rede davon sein kann, die beobachtete Unwirksamkeit der Schliessung auf die durch jenen Zweig des Demarcationsstromes bedingte Schwächung des Reizstromes zurückzuführen.

Bedürfte es hiefür noch eines weiteren Beweises, so würde derselbe in dem Umstande gegeben sein, dass durch beiderseitige Abtödtung der Faserenden eines parallelfaserigen

Muskels die Erregbarkeit in gleicher Weise für Schliessung aufsteigender wie absteigender Ströme vernichtet oder herabgesetzt wird.

Dies alles war auch aus theoretischen Gründen zu erwarten. Denn wenn der Demarcationsstrom die Ursache davon ist, dass aus der Wundfläche austretende Ströme keine Schliessungserregung geben, so kommt nicht blos der so zu sagen in den Kreis der Kette abzweigende Theil dieses Stromes, sondern der ganze Strom an seinem Entstehungsorte in Betracht. Hierüber weiter zu discutiren, erscheint bei dem jetzigen Stande unseres Wissens nicht an der Zeit.

Kommt demnach in dem eben besprochenen Falle, d. i. bei entgegengesetzter Richtung des Hauptstromes und des in den Reizkreis abzweigenden Muskelstromes der schwächende Einfluss des letzteren kaum in Betracht für die Erklärung des verminderten Schliessungsreizerfolges des ersteren, so muss doch anderseits zugestanden werden, dass die verstärkte Wirkung, welche man unter Umständen bei Schliessung „abterminal“ gerichteter Kettenströme nach einseitiger Verletzung des M. sartorius beobachtet, wohl durch den sich in diesem Falle zu dem Reizstrom hinzuaddirenden Demarcationsstromzweig verursacht sein kann. Wenigstens wird dieser Umstand als begünstigendes Moment in Betracht gezogen werden müssen.

Neuere Versuche, welche ich in dieser Beziehung angestellt habe, lassen hierüber keinen Zweifel bestehen, während ich früher die in Rede stehende Wirkung einseitiger Abtödtung der Faserenden des Sartorius lediglich darauf zurückzuführen geneigt war, dass die Intensität eines in dem genannten Muskel aufsteigenden Reizstromes in Folge der Anlegung eines thermischen Querschnittes am tibialen Ende nur desshalb zunimmt, weil der Querschnitt des letzteren durch die mit der thermischen Abtödtung nothwendig verknüpfte Wulstung beträchtlich vergrössert wird und dementsprechend der Widerstand, welchen gerade an dieser Stelle der Strom findet, abnimmt. Ich machte für diese Anschauung unter Anderem den Umstand geltend, dass man den Schliessungsreizerfolg eines ↑ Stromes in ganz ähnlicher Weise auch durch einfaches Auflegen eines mit Kochsalzlösung befeuchteten Baumwollbausches auf das schmale Sehnenende des Muskels zu beeinflussen vermag, sowie dass ich die Wirkung der Schlies-

sung schwacher absteigender Ströme bei thermischer Abtödtung des breiten Beckenendes meist nicht in erheblichem Grade verstärkt fand. Diese letztere Thatsache erklärte ich mir daraus, dass in diesem Falle eine wesentliche Steigerung der Stromesintensität durch die Verletzung nicht bedingt wird, indem die Vergrösserung des Querschnittes an dem ohnedies breiten Beckenende des Sartorius nicht so sehr in Betracht kommt. Da jedoch die betreffenden Versuche nur an Muskeln angestellt wurden, die, im Doppelmyographen eingespannt, bei der Verkürzung nicht unbeträchtliche Widerstände zu überwinden hatten, wodurch geringfügigere Veränderungen der Zuckungsgrösse leicht der Beobachtung entgehen können, so wiederholte ich dieselben unter Anwendung von Minimalreizen an frei hängenden Muskeln und zwar sowohl an Einzelpräparaten wie auch bei gleichsinniger Durchströmung zweier hintereinander in denselben Kreis eingeschalteter Präparate. Die Zuleitung des Stromes geschah unter Vermittlung unpolarisirbarer Elektroden, welche einerseits die Beckenknochen fixirten, und anderseits in Gefässe tauchten, die, mit 0·6 procent. Kochsalzlösung gefüllt, zugleich die eintauchende Tibia je eines Muskels enthielten.

Dabei überzeugte ich mich, dass auch in solchen Fällen, wo bei ↑ Stromesrichtung das tibiale Muskelende unter Vermeidung jeglicher Gestaltveränderung (durch Anwendung der von Kühne zuerst geübten Gefriermethode) abgetödtet wird, eine wenn auch nicht so beträchtliche, doch immerhin deutliche Verstärkung der vorher eben merklichen Schliessungszuckungen beobachtet wird, die bei gleichzeitiger Durchströmung zweier Muskel in gleicher Weise an dem verletzten, wie auch an dem unversehrten Präparate kenntlich ist. Dasselbe liess sich auch bei ↓ Stromesrichtung nach Abtödtung des Beckenendes constatiren, so dass ich auf Grund dieser Versuche mich zu der Annahme berechtigt glaube, dass bei Erklärung der verstärkten Schliessungswirkung abterminal gerichteter Ströme nach Abtödtung des einen oder andern Muskelendes nebst der in manchen Fällen gewiss eine wesentliche Rolle spielenden Verminderung des Widerstandes durch Wulstung des betreffenden Muskelendes auch der in den Reizkreis abgezweigte Antheil des Demarcationsstromes wesentlich mit in Betracht kommt

Nicht das Gleiche lässt sich hinsichtlich der Öffnungserregung einseitig verletzter Muskeln durch abterminal gerichtete Kettenströme behaupten, obschon van Loon[1] in neuerer Zeit Beobachtungen mitgetheilt hat, aus welchen auf den ersten Blick hervorzugehen scheint, dass die Öffnungserregung wesentlich begünstigt ist, wenn der Reizstrom durch die Demarcationsfläche eintritt. Ich komme später ausführlich auf diesen Gegenstand zurück und begnüge mich hier mit der Bemerkung, dass die Öffnungserregung ungeachtet der Summation des Reizstromes und des Muskelstromes nach thermischer oder chemischer Abtödtung des anodischen Muskelendes stets ausbleibt, selbst wenn die Intensität des ersteren soweit gesteigert wird, dass der Muskel vor der Verletzung voraussichtlich OZ gezeigt haben würde.

Immerhin bleibt der Demarcationsstrom bei allen Reizversuchen an absichtlich oder unabsichtlich verletzten Muskeln ein wohl zu berücksichtigendes Moment, umsomehr, als die Untersuchungen Hering's[2] gezeigt haben, dass es unter Umständen gelingt, einen verletzten Muskel durch seinen eigenen Strom zu erregen. Die im Folgenden mitzutheilenden Thatsachen werden zeigen, in wie hervorragender Weise der Muskelstrom oft bei Auslösung von Reizerfolgen durch Kettenströme mitbetheiligt ist oder dieselben sogar allein bedingt.

Prof. Hering äusserte seinerzeit die Vermuthung, es möchte sich bei manchen Formen von Öffnungszuckungen bei indirecter Muskelreizung nicht sowohl um solche, sondern vielmehr um Schliessungszuckungen durch den Nervenstrom handeln, ohne dass es jedoch damals gelungen wäre, für diese Ansicht einen sicheren Beweis zu erbringen.

Es lässt sich nun in der That auch bei der directen Muskelreizung eine Versuchsanordnung denken, bei welcher die Schliessungszuckung, die, wie Hering gezeigt hat, an verletzten Muskeln immer dann ausgelöst wird, wenn dem Demarcationsstrom Gelegenheit geboten wird, sich durch eine die normale Längsoberfläche mit dem künstlichen Querschnitt verbindende Nebenschliessung abzugleichen, insoferne als OZ aufgefasst

---

[1] Onderz. Phys. Lab. Utr. Derde R. VI. p. 197.

[2] Diese Beiträge I. Sitzb. d. k. Akad. III. Abth., Bd. LXXIX.

werden könnte, und, wie gezeigt werden soll, thatsächlich aufgefasst worden ist, als ihr Entstehen mit dem Verschwinden eines den Muskel (in geeigneter Richtung) durchsetzenden Kettenstromes zusammenfällt.

Denkt man sich nämlich einen leitenden Bogen von relativ geringem Widerstande derart an einem, am Beckenende mit künstlichem Querschnitt versehenen, durch Curare entnervten Sartorius angelegt, dass die unpolarisirbaren Fusspunkte einerseits den Querschnitt, beziehungsweise den davon ableitenden Beckenknochen, und anderseits das tibiale Sehnenende (beziehungsweise die Tibia selbst) berühren, so muss sich in dem Augenblicke, wo der an irgend einer Stelle unterbrochen gedachte Bogen geschlossen wird, der Demarcationsstrom durch diesen abgleichen und würde voraussichtlich, an dem schmalen Muskelende aus normaler Substanz austretend, eine SZ auslösen, wenn die Intensität des abgeleiteten Stromzweiges genügend gross, der Widerstand im Kreise aber möglichst gering wäre, Bedingungen, die allerdings in dem vorausgesetzten Falle in der Regel kaum gegeben sind. Setzen wir aber einen Augenblick voraus, es wäre hier wirklich zur Auslösung einer SZ des Muskels durch Nebenschliessung des eigenen Stromes gekommen, so würde eine auf dieselbe Ursache zurückzuführende Zuckung auch ausgelöst werden müssen, wenn der durch die Nebenschliessung abgezweigte Antheil des Demarcationsstromes zunächst durch einen die intrapolare Muskelstrecke, d. i. den ganzen Muskel in ↑ Richtung durchfliessenden Kettenstrom compensirt, beziehungsweise übercompensirt würde, um dann im Momente der Öffnung des letzteren plötzlich wieder Schliessung zu finden.

Für den Fall, dass die Compensation eine vollständige wäre, und wenn man von unvermeidlichen Nebenwirkungen des compensirenden Stromes absehen könnte, würde der Reizerfolg bei Öffnung des Kettenstromes sogar eben so gross sein wie vorher bei Schliessung des ableitenden Bogens.

Stellt man den Versuch in dieser Weise mit dem ganzen Muskel an, so bleibt, wie schon erwähnt, die Nebenschliessung des Demarcationsstromes in der Regel sowohl vor wie auch nach vorhergehender Compensation ohne Erfolg. Der Grund davon ist leicht einzusehen und wurde oben bereits angedeutet. Er liegt

hauptsächlich in dem zu grossen Widerstande, welchen der seiner ganzen Länge nach im Kreise befindliche Muskel der Abgleichung des Eigenstromes entgegensetzt. Es kam daher zunächst darauf an, diesen Widerstand durch Verkürzung der intrapolaren Muskelstrecke zu verringern. Zu dem Zwecke genügt es oft, die untere Hälfte des Sartorius allein zu benützen, indem man in der Mitte des Muskels einen künstlichen (thermischen) Querschnitt anlegt, die betreffende Stelle mittelst kleiner Nadeln auf einer Korkplatte befestigt und das untere Drittel des Muskels, durch die anhängende Tibia belastet, frei herabhängen lässt. Zwei unpolarisirbare Röhrenelektroden mit passend geformten Thonpropfen, von denen die eine am obersten Theile der abgetödteten Strecke angelegt wird, während die andere nebst der Tibia in ein Gefäss mit concentrirter Kochsalzlösung taucht, vermitteln einerseits die Ableitung des Muskelstromes und dienen anderseits auch der Zuführung des von einem Daniell'schen Elemente gelieferten compensirenden Kettenstromes. Um die Intensität dieses letzteren beliebig abstufen zu können, befindet sich im Kreise ein Du Bois'sches Rheochord, welches zugleich als Nebenschliessung des Demarcationsstromes dient. Es muss Vorsorge getroffen sein, um den Kreis beliebig an zwei verschiedenen Stellen öffnen zu können, da es hauptsächlich darauf ankommt, den Unterschied der Reizerfolge bei Öffnung des Hauptstromes mit gleichzeitiger Nebenschliessung des Demarcationsstromes und bei einfacher Ausschaltung des ersteren zu untersuchen. Zu dem Zwecke befinden sich zwei Quecksilberschlüssel im Kreise, von denen der eine zwischen dem Elemente und dem Rheochord, der andere zwischen letzterem und dem Muskel eingeschaltet ist. Ich will der Kürze wegen im Folgenden den ersteren als den Schlüssel des Hauptstromes, den letzteren als Schlüssel des Zweigstromes bezeichnen.

Wenn man unmittelbar nach Anlegen des thermischen Querschnittes (es geschieht dies am besten erst nach erfolgter Fixirung der Muskelmitte auf der Korkplatte) den als äussere Nebenschliessung des Demarcationsstromes dienenden Kreis mittelst des Zweigstromschlüssels schliesst, während der Hauptstromschlüssel geöffnet bleibt, beobachtet man in günstigen Fällen an recht erregbaren Präparaten eine deutliche, wenn auch meist nur

schwache SZ, was immerhin bemerkenswerth ist, wenn man die grossen Widerstände, welche der Abgleichung des Muskelstromes bei dieser Versuchsanordnung entgegenstehen (Knochen, unpolarisirbare Elektroden, Kochsalzlösung) berücksichtigt. Sollte dies nicht der Fall sein, so kommt man doch fast stets zum Ziele, wenn man den Widerstand im Kreise durch weitere Verkürzung der intrapolaren Strecke vermindert, was sich in einfacher Weise durch tieferes Anlegen des künstlichen Querschnittes erreichen lässt. Aber auch ohne dieses Auskunftsmittel gelingt sogar bei Einschaltung des ganzen Muskels die Selbsterregung durch Nebenschliessung des eigenen Stromes unter Zuhilfenahme eines einfachen Kunstgriffes, zu dessen Anwendung die Erfahrung leitet, dass die Erregbarkeit der Muskelsubstanz durch Behandlung mit einer entsprechend verdünnten Lösung von Na_2CO_3 ausserordentlich gesteigert wird.[1] Um das tibiale Muskelende, an welchem bei Nebenschliessung des im Muskel absteigenden Demarcationsstromes der Austritt desselben und somit die Erregung erfolgt, beliebig der Einwirkung des genannten Salzes aussetzen oder entziehen zu können, ersetzt man am besten die concentrirte Kochsalzlösung bei der besprochenen Versuchsanordnung durch verdünnte (0·6%), welcher in entsprechender Menge Na_2CO_3 zugesetzt wird. (0·5—1 Grm. auf 100 Theile.) Durch einfaches Heben und Senken des Muskels lässt sich dann jederzeit das tibiale Ende leicht in die Lösung eintauchen und kurz vor jedem Reizversuche herausheben. Die ganze Versuchsanordnung, bei welcher der Muskel frei hängend und nur durch die in die Salzlösung tauchende Tibia belastet, zuckt, gewährt noch ausserdem den Vortheil grösster Beweglichkeit des Muskels, so dass selbst schwache, nur auf einzelne Faserbündel beschränkte Contractionen der Beobachtung kaum entgehen können.

In der Regel beginnt schon kurze Zeit nach dem Eintauchen des betreffenden Muskelendes in die alkalische Kochsalzlösung eine fibrilläre Unruhe (in Folge chemischer Reizung), welche auch nach dem Herausheben noch einige Zeit andauert, und schien es mir, als ob gerade zu dieser Zeit die Erregbarkeit ihren grössten Werth erreicht hätte. Wenigstens gelingt es dann am

---

[1] Vergl. diese Beiträge IV.

leichtesten, durch Nebenschliessung des Muskelstromes eine Zuckung auszulösen, während oft schon nach ganz kurzem Eintauchen des betreffenden Muskelendes in reine 0·6percentige Kochsalzlösung gleichzeitig mit dem Verschwinden der chemischen Reizerscheinungen auch die Reaction des Muskels auf den eigenen Strom ausbleibt, um erst nach abermaliger Einwirkung der alkalischen Kochsalzlösung wieder hervorzutreten. Bisweilen lässt sich der Versuch mit abwechselndem Eintauchen in alkalische Kochsalzlösung und Wiederauswaschen mehrmals hintereinander an demselben Präparate mit immer gleichem Erfolge wiederholen.

Die bisher beschriebenen Versuche stellen, wie man leicht sieht, im Grunde eigentlich nur unwesentliche Modificationen eines bereits von Hering mit Hilfe der Du Bois'schen Zinktrogelektroden angestellten Versuches dar[1] und beanspruchen auch nur insoweit Berücksichtigung, als sie zeigen, dass die Selbsterregung eines Muskels durch Nebenschliessung des eigenen Stromes auch bei Einschaltung grösserer Muskelstrecken und unter Umständen sogar des ganzen Muskels gelingt, eine Thatsache, die jedenfalls geeignet scheint, vor Unterschätzung der Bedeutung des Demarcationsstromes bei Reizversuchen an verletzten Muskeln zu warnen.

Die günstigen Resultate der vorstehend besprochenen Versuche liessen nicht daran zweifeln, dass es im Sinne der obigen Erörterungen auch gelingen würde, einen einseitig verletzten Sartorius durch Nebenschliessung des Demarcationsstromes nach vorhergehender Schliessung eines im Muskel entgegengesetzt gerichteten Kettenstromes zu erregen und auf diese Weise eine „scheinbare“ Öffnungszuckung auszulösen, welche mit einer wahren OZ nicht nur in dem Umstande, dass ihr Entstehen zeitlich mit dem Momente der Öffnung eines Kettenstromes zusammenfällt, sondern bemerkenswerther Weise auch darin übereinstimmt, dass sie an jenen Faserstellen ausgelöst wird, an welchen der Kettenstrom in den Muskel eintritt.

Ehe ich jedoch auf die Besprechung der diesbezüglichen Thatsachen näher eingehe, muss ich eines Umstandes erwähnen, welcher bei Anwendung des Kunstgriffes der localen Erregbar-

[1] Diese Beiträge I. p. 9.

keitssteigerung durch Na_2CO_3 die Versuchsergebnisse wesentlich zu compliciren vermag. Es betrifft dies die Auslösung echter Öffnungszuckungen durch selbst sehr schwache Ströme, wenn die Erregbarkeit an der physiologischen Anode über die Norm gesteigert wird.

Ich habe bereits bei früherer Gelegenheit,[1] als ich zuerst die Folgen der localen Erregbarkeitssteigerung durch Na_2CO_3 besprach, darauf aufmerksam gemacht, dass nicht nur die Schliessungserregung bedeutend zunimmt, wenn der Strom an den mit Na_2CO_3 behandelten Faserstellen austritt, sondern dass auch im umgekehrten Falle dasselbe hinsichtlich der Öffnungserregung gilt. Es muss bemerkt werden, dass die „Natronöffnungszuckungen“ sehr oft, besonders bei Anwendung der schwächsten wirksamen Ströme, mehr oder weniger verspätet auftreten und ferner in sehr auffallender Weise von der Schliessungsdauer des Reizstromes abhängen, beides Momente, welche nebenbei bemerkt, sehr dafür zu sprechen scheinen, dass wir es hier mit einem Analogon der von mir beschriebenen und durch dieselben Merkmale gekennzeichneten Öffnungszuckungen II bei indirecter Muskelreizung zu thun haben. Allerdings ist die Verspätung der „Natronöffnungszuckungen“ nur selten so beträchtlich, wie die der Öffnungszuckungen II, aber doch in den meisten Fällen deutlich ausgesprochen und ohne Zuhilfenahme feinerer Registrirmethoden erkennbar.

Da nun diese Öffnungszuckungen bereits bei Stromstärken hervortreten, welche voraussichtlich auch zur Auslösung „scheinbarer Öffnungszuckungen“ genügen, so steht zu erwarten, dass diese letzteren im Augenblicke der Öffnung eines abterminal gerichteten Kettenstromes durch jene unter Umständen verdeckt werden und so der Beobachtung sich entziehen. Da man nun anderseits bei Einschaltung des ganzen Muskels und oft auch bei alleiniger Benützung der halben Muskellänge der künstlich herbeigeführten örtlichen Erregbarkeitssteigerung jener Faserstellen, an welchen der Demarcationsstrom bei der Nebenschliessung austritt, nicht wohl entbehren kann, wenn es überhaupt zu wirksamer Erregung durch den ersteren kommen soll, so kommt

[1] Diese Beiträge, IV. p. 24.

hinsichtlich des Nachweises scheinbarer Öffnungszuckungen im vorliegenden Falle alles darauf an, ob sich ein deutlicher Unterschied der Reizerfolge bei Öffnung des Kreises mittels des Haupt- oder Zweigstromschlüssels erkennen lässt. Dies ist nun allerdings auf der Höhe der Natronwirkung nicht immer der Fall, wohl aber, wenn die gesteigerte Erregbarkeit allmälig wieder abklingt, wobei dann regelmässig die einer wahren anodischen Erregung ihre Entstehung verdankende Natronöffnungszuckung früher ausbleibt, als die „scheinbare" OZ durch Nebenschliessung des Muskelstromes. Die letztere, welche anfangs zugleich mit jener bei Öffnung des Hauptstromschlüssels ausgelöst wird, gewinnt daher später mehr und mehr das Übergewicht über die bei Öffnung des Muskelkreises allein auftretende Natronöffnungszuckung und bleibt schliesslich allein übrig. Erst wenn die Erregbarkeit des tibialen Muskelendes annähernd wieder auf ihren ursprünglichen Werth herabgesunken ist, versagt auch die Nebenschliessung des Demarcationsstromes und man muss auf's Neue mit Na_2CO_3 behandeln, um die genannten Reizerfolge wieder hervorrufen zu können.

Schon bevor die Natronöffnungszuckung vollständig ausbleibt, macht sich der Einfluss des bei Öffnung des Hauptstromschlüssels durch die bestehende äussere Nebenschliessung sich abgleichenden Demarcationsstromes dadurch geltend, dass die in diesem Falle ausgelöste Zuckung jene bei Öffnung des Zweigstromschlüssels an Grösse bei Weitem übertrifft.

Der Umstand, dass die Natronöffnungszuckung sehr oft beträchtlich verspätet eintritt, bringt es übrigens mit sich, dass man bisweilen, wenn auch nur in seltenen Fällen, bei Öffnung des Hauptstromschlüssels die scheinbare ÖZ zugleich mit jener als „Doppelzuckung" auftreten sieht, nach Analogie der OZ I und II bei indirecter Muskelreizung.[1] Dass diese Erscheinung nur selten zur Beobachtung kommt, dürfte zum Theil auf dem bereits erwähnten Umstand beruhen, dass die Verspätung der Natronöffnungszuckung kaum jemals so bedeutend ist, wie die der OZ II bei Nervenreizung. Hauptsächlich aber mag dies wohl daran gelegen

---

[1] Vergl. diese Beiträge, VII. Sitzb. d. k. Akad. d. Wiss. Bd. LXXXIII, III. Abth. 1881.

sein, dass alle Zuckungen, welche an einer mit Na_2CO_3 behandelten Muskelstelle ausgelöst werden, einen mehr oder weniger ausgesprochenen tetanischen Charakter annehmen, was natürlich die Verschmelzung der mit dem Moment der Öffnung des Kreises zusammenfallenden scheinbaren OZ und der nur wenig später beginnenden Natronöffnungszuckung im hohen Grade begünstigen muss.

Um die künstlich herbeigeführte Erregbarkeitssteigerung an der physiologischen Anode und die dadurch herbeigeführten Complicationen zu vermeiden, erscheint es zweckmässig, die den Kettenstrom zuführenden und anderseits der Ableitung des Demarcationsstromes dienenden Elektroden nicht mit den Faserenden des Muskels in Verbindung zu setzen, sondern beide seitlich an Stellen der Längsoberfläche anzulegen. Dann wird es möglich sein, die intrapolare Strecke und dadurch den Widerstand im Kreise beliebig zu verkleinern und so die Resultate noch überzeugender zu gestalten.

Man spanne die obere Hälfte eines vorsichtig präparirten, mit Curare vergifteten Sartorius mittelst vier kleiner, seitlich durch das umhüllende Bindegewebe gestochener Nadeln derart auf eine Korkplatte, dass sich der betreffende Muskelabschnitt bei mässiger Spannung möglichst wenig zu verschieben vermag, wenn er gereizt wird. Die untere Muskelhälfte hängt, wie früher durch die anhängende Tibia belastet, frei herab und gestattet so, selbst die schwächsten fibrillären Zuckungen deutlich wahrzunehmen. Wegen der verhältnissmässig kleinen, zur Verfügung stehenden Muskelstrecke erscheint es wünschenswerth, den unpolarisirbaren Elektroden bei geringem Widerstand eine möglichst compendiöse Form zu geben. Als ganz zweckmässig erwiesen sich hier die von Hermann[1] angegebenen, aus amalgamirten, platten Zinkstäbchen bestehenden Elektroden, deren Enden mit dünnen Doppellagern von Zinksulphat- und Kochsalzthon bekleidet werden. Ich habe jedoch auch gewöhnliche Röhrenelektroden mit entsprechend geformten platten Thonpropfen genügend gefunden und später ausschliesslich benützt, da es leichter ist, dieselben gleichartig zu machen. Im Übrigen bleibt die Versuchsanordnung ganz dieselbe wie früher. Die eine Elektrode wird am Beckenende des Muskels,

[1] Handb. d. Physiol. I. p. 186.

die andere an einem nur wenig tiefer gelegenen Punkte der Längsoberfläche angelegt und beide stehen unter Zwischenschaltung eines Pohl'schen Stromwenders und eines du Bois'-schen Rheochords mit einem Daniell'schen Elemente in Verbindung. Wie früher befindet sich sowohl im Muskelkreise wie auch im Kettenkreise je ein Quecksilberschlüssel.

Wenn man dem vorerst unversehrten Muskel bei der beschriebenen Lage der Elektroden einen schwachen oder mittelstarken ↓ oder ↑ gerichteten Strom zuführt, so beobachtet man zwar eine Zuckung bei jedesmaliger Schliessung, dagegen fehlt jede Spur einer Gestaltveränderung des Muskels bei Öffnung des Stromkreises mittelst des Haupt- oder Zweigstromschlüssels, wenn man von der durch das oft sehr plötzliche Verschwinden der Schliessungsdauercontraction bedingten Wiederverlängerung absieht. Eine merkliche Öffnungserregung lässt sich bei so geringer Stromesintensität unter den gegebenen Versuchsbedingungen erst nach minutenlangem Geschlossenbleiben oder überhaupt nicht constatiren.

Wesentlich verschieden gestaltet sich jedoch das Resultat des Versuches, wenn zuvor am Beckenende des Muskels ein künstlicher (thermischer) Querschnitt angelegt wird. Berührt dann die negative Elektrode das wärmestarre Muskelende, während die positive zunächst an einer der Demarcationsfläche möglichst nahen Stelle der Längsoberfläche angelegt wird, so beobachtet man fast ausnahmslos unmittelbar nach der Verletzung an gut erregbaren Präparaten eine deutliche, bisweilen sogar sehr kräftige Zusammenziehung der als Index der Erregung dienenden, frei herabhängenden unteren Muskelhälfte, sobald, während der Hauptstromschlüssel geöffnet bleibt, der Schlüssel des Zweigstromes geschlossen wird.

Es geht unmittelbar aus der Versuchsanordnung hervor, dass es sich hier wieder um Erregung in Folge der Abgleichung des Muskelstromes durch die bestehende Nebenschliessung handelt. Nur selten bleibt diese Zuckung aus, sei es, dass die Empfindlichkeit des Präparates nicht genügend oder der Widerstand im Kreise der Nebenleitung doch noch zu gross ist. Ob es nun im gegebenen Falle gelingt, eine deutliche Zuckung durch einfache Nebenschliessung des Eigenstromes auszulösen oder nicht, immer

beobachtet man bei der beschriebenen Versuchsanordnung eine in der Regel sehr starke Verkürzung des Muskels, wenn man vorher einen schwachen, der Richtung des Demarcationsstromes im Kreise entgegengesetzten, im vorliegenden Falle also aufsteigenden Kettenstrom (1. Dan. Rh. W. 20 genügt gewöhnlich) hindurchschickt und nach beliebig kurzer Schliessungsdauer im Hauptkreise öffnet. Da die physiologische Kathode sich an der Stelle der Verletzung befindet, bleibt die Schliessungserregung entweder ganz aus oder macht sich nur in geringem Maasse geltend.

Wenn der Abstand der, der normalen Längsoberfläche anliegenden (unteren) Elektrode von der oberen, vom Querschnitt ableitenden, etwa 0·5—1 Ctm. beträgt, so lässt sich in der Regel durch Öffnung des Kettenkreises eine kräftige Contraction des Muskels auslösen, während keine Spur einer Gestaltveränderung bei Öffnung des Zweigstromschlüssels eintritt. Bleibt die Erregung im ersteren Falle aus, so genügt meist eine geringe Verstärkung des Stromes, um den beabsichtigten Erfolg herbeizuführen.

Man kann nun bisweilen den Abstand der Elektroden auf 1·5—2 Ctm. erhöhen, ohne bei genügender, jedoch immer relativ sehr geringer Stromesintensität eine Änderung des Erfolges herbeizuführen.

Unerlässlich für das Gelingen des Versuches ist nur, abgesehen von einer genügenden Erregbarkeit des Präparates, das Vorhandensein einer möglichst grossen elektrischen Spannungsdifferenz der von den stromzuführenden Elektroden zugleich ableitend berührten Muskelstellen. Dies geht unmittelbar aus naheliegenden Controlversuchen an ganz unversehrten Muskeln unter genau denselben Versuchsbedingungen, wie auch daraus hervor, dass man am verletzten Präparate selbst bei Anwendung viel stärkerer Ströme und nach längerer Schliessungsdauer keine Spur einer ÖZ auszulösen vermag, wenn beide Elektroden innerhalb der unversehrten, elektromotorisch unwirksamen Muskelstrecke angelegt werden.

Unter Berücksichtigung der früheren Erörterungen kann daher kein Zweifel darüber bestehen, dass der so auffallende Unterschied des Reizerfolges bei Öffnung des Stromkreises an

zwei verschiedenen Stellen lediglich darin begründet ist, dass der Demarcationsstrom im einen Falle bei Öffnung des Kettenkreises eine äussere Nebenschliessung von verhältnissmässig geringem Widerstand vorfindet, die andernfalls fehlt. **Die Zuckung, obschon zeitlich mit dem Momente der Öffnung des Stromkreises zusammenfallend, kann demnach nicht als eine wahre, durch innere Reaction des Muskels bedingte Öffnungszuckung gelten, sondern ist vielmehr eine Schliessungszuckung, ausgelöst durch äussere Nebenschliessung des Muskelstromes.**

Es wurde bereits oben erwähnt, dass es für das Hervortreten dieses Reizerfolges im Wesentlichen gleichgiltig erscheint, ob schon die einfache Nebenschliessung des Demarcationsstromes vor Compensation des abgeleiteten Zweiges erregend wirkt oder nicht. Die Ursache dürfte wohl hauptsächlich in dem begünstigenden Einflusse der Volta'schen Alternative zu suchen sein, in Folge deren die Ansprachsfähigkeit der vorher anodischen Faserstellen für den daselbst austretenden Muskelstrom beträchtlich zunehmen muss, um so mehr, je grösser die Intensität des Kettenstromes ist und je länger derselbe geschlossen war. Dies lässt sich besonders dann sehr deutlich nachweisen, wenn die Erregbarkeit des Präparates im Verlaufe einer längeren Versuchsreihe schon etwas gesunken ist, wo sich dann mehr und mehr eine Abhängigkeit der scheinbaren OZ von der Schliessungsdauer des Kettenstromes geltend macht.

Nebst der gesteigerten Wirkung der Alternative kann insbesondere bei Anwendung stärkerer Ströme auch ein dem Muskelstrome gleichgerichteter Polarisationsstrom in Betracht kommen. Übrigens möchte ich auf den Einfluss der durch Polarisation erzeugten Ströme auf die in Rede stehenden Erscheinungen an dieser Stelle um so weniger näher eingehen, als die Untersuchung der secundär elektromotorischen Wirkungen des Stromes noch manche Lücke aufweist und da dieselben ausserdem meine Versuche kaum in erheblicher Weise beeinflusst haben dürften, wie schon aus dem Umstande hervorgeht, dass bei günstigem Erregbarkeitszustande des Muskels die Auslösung der scheinbaren Öffnungszuckungen in der ersten Zeit nach Anlegen des

künstlichen Querschnittes schon bei Anwendung sehr schwacher Ströme und nach kürzester Schliessungsdauer gelingt.

Ist der Abstand der beiden Elektroden möglichst gering, so lässt sich in der Regel selbst bei Anwendung der schwächsten, noch wirksamen Ströme ein merklicher Unterschied in der Grösse der Öffnungszuckungen kaum nachweisen, ob man nun den Kettenkreis oder den Muskelkreis öffnet, eine Thatsache, die auf den ersten Blick der eben entwickelten Auffassung zu widersprechen scheint. Dazwischen lassen sich Elektrodenstellungen finden, bei welchen ein deutlicher Grössenunterschied der durch Öffnung des Haupt- oder Zweigstromschlüssels ausgelösten Zuckungen hervortritt, indem die letzteren um so mehr abnehmen, je mehr die Eintrittsstelle des atterminal gerichteten Kettenstromes bei unveränderter Lage der Kathode am Querschnitt von der Demarcationsfläche abrückt.

Hiebei ist jedoch zunächst in Erwägung zu ziehen, dass der Muskelstrom unter allen Umständen eine starke innere Abgleichung, besonders in nächster Nähe der elektromotorisch wirksamen Fläche besitzt, wenn dieselbe auch nicht über eine so grosse Strecke verbreitet ist, wie bei markhaltigen Nerven. In Folge der Kürze der Abgleichungslinien wird aber, wie Hermann[1] hervorhebt ist, die Intensität dieser Ströme sehr bedeutend sein und darf man daher unter geeigneten Umständen auch kräftige physiologische Wirkungen von denselben erwarten.

Wenn demnach in nächster Nähe der Demarcationsfläche jeder einzelnen Primitivfaser und somit auch des ganzen Muskels stets zahlreiche Stromfäden an noch erregbaren Stellen durch die Längsoberfläche der contractilen Substanz austreten, so wird ein Kettenstrom, der in diesem Gebiete der inneren Abgleichung des Muskelstromes eintritt, einen Theil jener Stromfäden gleichsam compensiren müssen, wobei die einen vollständig, die andern unvollständig compensirt, noch andere übercompensirt werden können.

Dies bedeutet aber für die Stellen, an denen diese Stromfäden aus der contractilen Substanz austreten, dass sie ihre

[1] Handb. d. Physiologie, I. 1, p. 256.

Bedeutung als kathodische Stellen des Muskelstromes mehr oder weniger verlieren oder gar zu anodischen Stellen des Kettenstromes werden. Wird nun der letztere wieder geöffnet, so wird plötzlich der frühere Zustand wieder hergestellt, die genannten Stellen werden wieder zu kathodischen Stellen des Muskelstromes und in Folge dessen erregt.

Der Kettenstrom hebt also so zu sagen einen Theil der inneren Schliessung des Muskelstromes auf, dessen plötzliche Wiederherstellung bei der Öffnung des Kettenstromes eine Schliessungszuckung herbeiführt.

Hiefür ist es an sich gleichgiltig, ob die Öffnung des Kettenstromes im Muskel- oder im Kettenkreise erfolgt; letzterenfalls kommt nur noch in Betracht, dass nun auch jener Zweig des Muskelstromes, welcher durch das Rheochord Schliessung hat und während des Bestehens des Kettenstromes compensirt oder übercompensirt wird, im Momente der Öffnung ebenfalls Schliessung findet und daher auch seinerseits die „scheinbare Öffnungszuckung" befördert. Doch tritt die hierdurch theoretisch geforderte Differenz der Zuckungsgrössen in einem oder anderen Falle nicht merklich hervor, da dieselben in beiden Fällen sehr beträchtlich sind.

Um die Bedingungen des Auftretens dieser letzteren Reizerfolge noch genauer kennen zu lernen, empfiehlt es sich, eine etwas modificirte Versuchsmethode zu benützen.

Ich lege zu dem Ende eine Schlinge aus Baumwollfaden derart um den Muskel herum, dass sie, ohne zu schnüren, die ganze Peripherie desselben umgibt und beliebig verschoben werden kann. In den Thonpfropf einer unpolarisirbaren, beweglichen Elektrode eingeknetet, vermittelt sie an dem behufs graphischer Verzeichnung der Zuckungen im Hering'schen Doppelmyographen eingespannten Muskel den Eintritt des Stromes an oder in nächster Nähe der Demarcationsfläche, während der Austritt gewöhnlich durch den Beckenknochen erfolgt. Statt der Fadenschlinge genügt es übrigens auch, einen einfachen, in gleicher Weise mit der verschiebbaren Elektrode verbundenen Faden an der betreffenden Stelle quer über den Muskel zu legen.

Lässt man einen schwachen oder mittelstarken Strom in der einen oder andern Weise seitlich an einer beliebigen Stelle in der Continuität eines curarisirten Sartorius eintreten, so sieht man in der Regel sofort und unabhängig von der Stelle, an welcher der Stromkreis geöffnet wird starke Öffnungswirkungen auftreten, wenn der Muskel dicht oberhalb (vom tibialen Ende aus gerechnet) des mit der Anode verbundenen Fadens durchquetscht oder sonstwie verletzt wird. Am wirksamsten erweist sich in dieser Beziehung mechanische Verletzung, weniger schon thermische, noch weniger und meist ganz unwirksam, chemische Abtödtung des Muskels.

Wenn man bei unveränderter Lage der Kathode am unversehrten Beckenende des Muskels die physiologische Continuität desselben etwa in der Mitte durch Durchquetschen mit einer Pincette unterbricht und hierauf die Fadenelektrode bald diesseits, bald jenseits der Quetschungsstelle, immer jedoch dicht an der Grenze derselben anlegt, so beobachtet man bei gleicher Stromstärke in beiden Fällen OZ an je einer der durch die Verletzung getrennten Muskelhälften, und zwar contrahirt sich immer diejenige Hälfte, an deren Demarcationsfläche der Strom gerade eintritt. Ich komme später auf diesen Versuch und die sich daraus ergebenden Folgerungen zurück. Im einen wie im anderen Falle sind die Zuckungen unmittelbar nach der Verletzung sehr kräftig und, was besonders hervorzuheben ist, von der Schliessungsdauer des Kettenstromes fast gänzlich unabhängig. Sie erreichen maximale Werthe zudem schon bei einer so geringen Stromesintensität (1 Dan. Rh. W. 20—50 genügt meist, wenn die interpolare Strecke nicht zu lang ist), dass sie sich schon hierdurch von wahren Öffnungszuckungen unversehrter Muskel in auffälliger Weise unterscheiden.

Entfernt man die den Eintritt des Kettenstromes vermittelnde Fadenelektrode nur wenig von der Demarcationsfläche und prüft man bei jeder neuen Lage den Reizerfolg, so überzeugt man sich hier wie bei früheren Versuchen, dass die scheinbaren Öffnungszuckungen in der Regel schon an Stellen der normalen Längsoberfläche, die kaum 2 Mm. von der Quetschungsstelle entfernt liegen, merklich schwächer sind und gänzlich ausbleiben, sobald der Faden noch um Weniges weiter vorrückt, immer

vorausgesetzt, dass man die Öffnung durch den Schlüssel des Zweigstromes bewirkt.

Die anfängliche Unabhängigkeit dieser durch innere Nebenschliessung des Demarcationsstromes ausgelösten scheinbaren Öffnungszuckungen von der Schliessungsdauer des Kettenstromes nimmt rasch ab und gewöhnlich lässt sich bei gleicher Stromstärke und unveränderter Lage des Fadens in nächster Nähe der Demarcationsfläche 5—10 Minuten nach der Verletzung eine scheinbare OZ nur dann noch auslösen, wenn der Strom beträchtlich länger geschlossen bleibt und wenig später gelingt dies überhaupt nicht mehr. Es nützt dann nichts, die Eintrittsstelle des Stromes durch allmäliges Verschieben der Fadenelektrode wieder an die Grenze der in Folge des fortschreitenden Absterbeprocesses mehr und mehr vorrückenden Demarcationsfläche zu verlegen. Nur eine abermalige Verletzung des Muskels innerhalb einer noch unversehrten Strecke lässt die einmal geschwundene Disposition zur Erregung des Muskels durch innere Nebenschliessung seines stellenweise compensirten Stromes an der Grenze der Verletzung wieder hervortreten. Am längsten erhält sich diese Disposition nach mechanischer Verletzung des Muskels, sehr flüchtig, wenn überhaupt merklich ist sie dagegen nach Anlegung eines „chemischen Querschnittes“.

Die eben angeführten Thatsachen sind sehr bemerkenswerth, da sie zugleich geeignet scheinen, die bereits oben begründete Deutung der beobachteten Öffnungsreizfolge als Schliessungszuckungen durch den Muskelstrom zu unterstützen. Man hätte ja immerhin daran denken können, ob nicht die einer Demarcationsfläche zunächst liegende Schicht erregbarer, contractiler Muskelsubstanz in ihrer chemischen Zusammensetzung eine derartige Veränderung erleidet, dass sie in anderer Weise auf Reize reagirt als vorher. Es konnte sich mit anderen Worten um eine Zustandsveränderung der Muskelsubstanz an der betreffenden Stelle handeln, die wir aus ihren Folgen erschliessend in gebräuchlicher Weise als eine Erregbarkeitssteigerung derselben bezeichnen müssten. Dabei wäre es allerdings auffallend, wenn auch nicht ohne Analogie gewesen, dass die Anspruchsfähigkeit für Schliessungsreize an gleicher Stelle meist nicht wesentlich verändert oder sogar merklich vermindert gefunden wird, wovon

ich mich durch besonders darauf gerichtete Versuche, bei welchen der Kettenstrom durch die Fadenelektrode eintrat, überzeugt habe.

Das von mir beobachtete Verhalten eines mit verdünnten Lösungen von Kalisalzen in seiner Totalität behandelten Nerven hätte hier immerhin zum Vergleiche herbeigezogen werden können, denn auch da konnte ich neben sehr verminderter Anspruchsfähigkeit für Schliessungsreize, eine erheblich gesteigerte Öffnungserregbarkeit derselben Nervenstellen nachweisen.[1]

Hätte es sich aber bei dem Muskel nur um eine, das Absterben der contractilen Substanz so zu sagen einleitende Erregbarkeitsveränderung gehandelt, so wäre zu erwarten gewesen, dass entsprechend dem langsamen, aber unaufhaltsamen Fortkriechen des Absterbeprocesses in den verletzten Fasern, die erhöhte Disposition für die Öffnungserregung nach und nach an verschiedenen Stellen zum Vorschein kommen würde, was nicht der Fall ist. Es bliebe daher nur die Annahme übrig, dass die fragliche Veränderung der Muskelsubstanz ausschliesslich in der nächsten Umgebung eines frisch angelegten Querschnittes platzgreift und hier rasch von selbst wieder schwindet, um nur bei Erneuerung des Eingriffes abermals aufzutreten. Man könnte an einen „latenten" Erregungszustand um so eher denken, als Grünhagen[2] auch die gesteigerte Disposition zur Öffnungserregung in der Nähe der Schnittfläche eines Nerven auf den latent fortwirkenden Reiz des Schnittes zurückzuführen versuchte. In diesemFalle wäre aber nicht einzusehen, wesshalb Schliessungsreize an gleicher Stelle eine unveränderte oder geschwächte Wirkung zeigen.

Man wird sich daher der Deutung der in Rede stehenden Öffnungsreizerfolge als Schliessungszuckungen durch den Muskelstrom um so eher anschliessen, als auch die begleitenden Nebenumstände bei dieser Annahme sich in befriedigendster Weise erklären lassen.

---

[1] Diese Beiträge, VII, p. 35 ff.

[2] Funke-Grünhagen, Lehrb. d. Physiologie I, p. 564.

Auf den ersten Blick könnte man sich allerdings auch hier zu dem Einwand berechtigt halten, dass entsprechend dem allmäligen Vorrücken der Demarcationsfläche in Folge des fortschreitenden Absterbens, die Bedingungen für Auslösung scheinbarer Öffnungszuckungen successive an jedem einzelnen Abschnitt des Muskels gegeben sein müssten, der um so weiter von dem Orte der ersten Verletzung entfernt liegen würde, in einem je späteren Stadium man den Versuch anstellt. Hiebei ist jedoch zu erwägen, dass unmittelbar nach mechanischer Verletzung eines Muskels die Abgrenzung der Demarcationsfläche von normal erregbarem Faserinhalte aller Wahrscheinlichkeit nach eine schärfere und unvermitteltere sein dürfte, als später, wenn in Folge des fortschreitenden Absterbens sich innerhalb eines grösseren Muskelabschnittes ein allmäliger Übergang von todtem zu lebendem, normal erregbaren Faserinhalt herausbildet. Wenn dies aber der Fall ist, werden, wie leicht ersichtlich, die kathodischen Stellen der contractilen Substanz, an welchen der sich im Innern abgleichende Demarcationsstrom austritt, dessen Wiederhervorbrechen nach vorhergehender stellenweiser Compensation die in Rede stehenden Öffnungsreizerfolge bedingt, zumeist an Faserstellen sich befinden, deren Erregbarkeit bereits mehr oder weniger herabgesetzt ist. Da nun die innere Abgleichung des Muskelstromes überhaupt nur innerhalb einer sehr kurzen Strecke erfolgt, so muss die scheinbare OZ um so schwerer auszulösen sein, je verwaschener, um mich so auszudrücken, die Grenzen der Demarcationsfläche gegenüber normalem Faserinhalt sind. Daher erscheint es auch von vorneherein begreiflich, dass, wie oben erwähnt wurde, bei chemischer und thermischer Abtödtung eines Muskelsegmentes die scheinbare ÖZ durch innere Nebenschliessung des Demarcationsstromes weniger begünstigt ist, als nach mechanischer Verletzung. Denn es lässt sich in jenem Falle kaum vermeiden, dass der schädigende Einfluss sich nicht ziemlich weit über die direct getroffene Stelle hinaus erstreckt.

Wenn es richtig ist, dass für die Auslösung scheinbarer Öffnungszuckungen durch innere Nebenschliessung des Demarcationsstromes wesentlich nur der Umstand massgebend ist, dass die in nächster Nähe der elektromotorischen Fläche gelegenen

kathodischen Faserstellen, an welchen der Demarcationsstrom austritt, vorübergehend zu Eintrittsstellen eines genügend starken Kettenstromes gemacht werden, wenn es also nur auf die stellenweise Compensation des Demarcationsstromes ankommt, so war zu erwarten, dass scheinbare Öffnungszuckungen nicht nur, wie in den bisher allein eingehender besprochenen Fällen, bei Anwendung „atterminal" gerichteter Kettenströme, sondern auch dann auftreten würden, wenn bei „abterminaler" Durchströmung des ganzen Muskels oder eines Theiles desselben, der Eintritt des Stromes an der Grenze der Demarcationsfläche im Bereiche der Austrittsstellen der Muskelstromfäden erfolgt.

In der That wurde bereits oben darauf hingewiesen, dass, nach Durchquetschung des Sartorius in der Continuität, je eine Muskelhälfte bei Öffnung eines Kettenstromes zuckt, wenn derselbe bei unveränderter Lage der Kathode am einen oder andern Muskelende, bald diesseits, bald jenseits der verletzten Stelle an der Grenze der betreffenden Demarcationsfläche eintritt, und in gleicher Weise gelingt es, scheinbare Öffnungszuckungen von grosser Stärke auszulösen, wenn man am Beckenende eines Sartorius künstlichen Querschnitt anlegt und unmittelbar darnach einen schwachen ↓ Kettenstrom durch die ganzen Muskel schickt, dessen Eintritt seitlich dicht unter der Demarcationsfläche mittelst einer Fadenelektrode erfolgt.

Denkt man sich ferner bei abterminaler Durchströmung die abgetödteten Faserenden durch eine irgendwie hergestellte Nebenschliessung mit der zunächst an die Demarcationsfläche grenzenden Zone der normalen Längsoberfläche des Muskels verbunden, so steht dem eben Gesagten zufolge zu erwarten, dass auch in diesem Falle scheinbare Öffnungsreizerfolge eintreten werden.

Es sei mir gestattet, diesen Fall im Folgenden noch einer etwas genaueren Erörterung zu unterziehen, da die betreffenden Reizerfolge auf den ersten Blick früheren Angaben von mir, betreffend die Unwirksamkeit der Öffnung abterminaler Ströme an einseitig verletzten Muskeln, zu widersprechen scheinen.

Van Loon[1] hat zuerst bemerkt, dass einseitige mechanische Verletzung eines curarisirten Sartorius das Hervortreten einer Zuckung bei Öffnung eines abterminal gerichteten Kettenstromes

[1] l. c. vergl. auch Engelmann, Plüger's Archiv. Bd. XXVI. p. 97 ff.

unter Umständen nicht nur nicht verhindert, sondern sogar in vielen Fällen begünstigt.

Bei Wiederholung der diesbezüglichen Versuche fiel mir jedoch bald auf, dass dies nur unter ganz besonderen Bedingungen der Fall ist, während in vielen anderen Fällen der Einfluss der Verletzung ein gegentheiliger ist, indem nicht nur die Schliessungserregung ausbleibt, oder doch wesentlich geschwächt erscheint, wenn der Strom an dem verletzten Muskelende austritt, sondern das Gleiche auch bei umgekehrter Stromesrichtung von der Öffnungserregung gilt. Bei meinen früheren Versuchen hatte ich stets nur das letzterwähnte Verhalten beobachtet und daher kein Bedenken getragen, den Satz aufzustellen, dass der Einfluss örtlicher Verletzung sich in gleicher Weise auf die kathodische, wie auf die anodische Erregung erstreckt.

Ich muss bemerken, dass die Verschiedenheit zwischen meinen und van Loon's Ergebnissen nicht etwa, wie ich anfangs selbst zu glauben geneigt war, ausschliesslich darauf zurückgeführt werden kann, dass bei meinen Versuchen eine zu lange Zeit zwischen Verletzung und Reizung des Muskels verstrich, wenn dieser Umstand auch vielleicht der Mehrzahl meiner Versuche gegenüber als Einwand hätte benützt werden können. Denn in einigen Fällen blieb die Öffnung des Stromes auch unmittelbar nach der Verletzung erfolglos. Ebenso wenig konnten die grösseren mechanischen Widerstände, welche der im Doppelmyographen eingespannte Muskel bei der Verkürzung zu überwinden hatte, Schuld tragen, denn ich finde in meinen Versuchsprotokollen auch zahlreiche Fälle verzeichnet, wo die Reizung ohne Erfolg am frei hängenden Muskel vorgenommen wurde. Es lässt sich dagegen leicht zeigen, dass die Art der Verletzung und die dadurch bedingte bleibende Formveränderung des betreffenden Muskelendes von der allergrössten Bedeutung für den Erfolg der Öffnung abterminaler Ströme ist.

In einer früheren Arbeit hatte ich bereits auf die Nothwendigkeit hingewiesen, der Verletzung eine gewisse räumliche Ausdehnung zu geben, wenn man sicher sein will, die elektrische Erregung an der betreffenden Stelle vollständig ausbleiben zu sehen. Um in dieser Beziehung an einige bereits a. a. O. mit-

getheilte Thatsachen zu erinnern, sei erwähnt, dass eine einfache Durchschneidung des Muskels auch die erregende Wirkung der Schliessung eines atterminal gerichteten Stromes nur in geringem Maasse beeinträchtigt und dass das Gleiche auch nach Abschnürung des einen oder andern Muskelendes mittelst eines dünnen Fadens gilt. Ebenso wenig vermag das Durchquetschen mit einer schmalen Pinzette die Erregbarkeit des so verletzten Muskels für Schliessung eines atterminalen Stromes völlig aufzuheben, wenn es sich nicht gerade um Minimalreize handelt.

Die Deutung dieser Befunde kann nicht zweifelhaft sein, wenn man die morphologische Beschaffenheit des verletzten Muskelendes in diesen Fällen genauer untersucht und die dadurch bedingten Veränderungen in der Stromvertheilung berücksichtigt. Durch Umkrümmung der Faserenden im einen, durch Wulstung und Einkrümmen der Längsoberfläche im andern Falle, wird dem Kettenstrome vielfach Gelegenheit geboten, an Stellen der unversehrten Längsoberfläche des Muskels aus-, beziehungsweise einzutreten und daher wirksame Schliessungs- oder Öffnungserregung auszulösen. Ich habe desshalb auch diese unvollkommenen Methoden der Abtödtung in der Folge gänzlich aufgegeben, ohne wieder darauf zurückzukommen.

Diesem Umstande ist es zuzuschreiben, dass mir die von van Loon entdeckten Öffnungsreizerfolge bei abterminaler Längsdurchströmung einseitig verletzter Muskel entgangen waren, welche, wie sich in der Folge herausstellte, eben nur in solchen Fällen zu constatiren sind.

Man spanne einen mit Curare vergifteten Sartorius in den Hering'schen Doppelmyographen, und nachdem man sich überzeugt hat, dass ein mittelstarker ↑ gerichteter Strom auch nach längerer Schliessungsdauer keine merkliche Öffnungserregung auslöst, durchquetsche man den Muskel in geringer Entfernung vom untern, sehnigen Ende mittelst einer Pinzette mit schmalen Branchen.

Die fast regelmässige Folge dieses Eingriffes ist das Auftreten von Öffnungszuckungen bei gleicher Richtung, Intensität und Schliessungsdauer des Reizstromes, wie vorher. Bei sehr empfindlichen Präparaten, wie sie besonders frisch eingefangene, mittelgrosse Herbstfrösche liefern, fand ich meist schon den Strom

eines Daniell'schen Elementes bei einem Rh. W. von 30—100 unmittelbar nach der Verletzung in dieser Weise wirksam, während unversehrte Muskel auch unter den günstigsten Umständen bei gleicher Stromstärke erst nach längerer Schliessungsdauer OZ geben. Ist dies aber eben der Fall, und man verletzt dann das anodische Muskelende in der angegebenen Weise, so zeigt sich der Öffnungsreizerfolg unmittelbar nachher nicht nur nicht geschwächt, sondern meist sogar beträchtlich verstärkt.

Durch örtliche Behandlung mit 1% Lösung von Na_2CO_3 kann man übrigens leicht an jedem beliebigen Muskelpräparate die Empfindlichkeit an der Eintrittsstelle des Stromes soweit steigern, dass auch bei Anwendung schwächerer Ströme die Öffnungserregung eben merklich wird. Nach Verletzung des betreffenden Muskelendes tritt dann sofort unter sonst unveränderten Versuchsbedingungen sehr starke OZ auf, so dass das von van Loon beobachtete Verhalten hier in überzeugender Weise zur Geltung kommt.

Ich will gleich hier bemerken, dass die Schliessungsdauer des Kettenstromes bei Auslösung dieser Öffnungszuckungen wenigstens in der ersten Zeit nach der Verletzung keine irgend erhebliche Rolle spielt, indem dieselben gleich stark ausfallen, ob man den Strom sofort nach dessen Schliessung, oder später öffnet. Erst in der Folge macht sich, wie in den früher beschriebenen Fällen scheinbarer Öffnungszuckungen, die Abhängigkeit der Reizerfolge von der Schliessungsdauer immer deutlicher bemerkbar, um so mehr, in einem je späteren Stadium man den Versuch anstellt. Nach wenigen Minuten gelingt die Auslösung der betreffenden Zuckungen, wie auch van Loon hervorhebt, nicht mehr.

Wie sehr aber die beschriebenen Reizerfolge einseitig verletzter Muskeln bei Öffnung abterminaler Kettenströme von der Art der Verletzung abhängen, geht in schlagender Weise aus dem folgenden Versuche hervor.

Man steigere die Intensität eines im Muskel (Sartorius) ↑ gerichteten Kettenstromes soweit, dass nach nicht zu langer Schliessungsdauer deutliche Öffnungszuckungen ausgelöst werden. (Um nicht zu starker Ströme zu benöthigen, wähle man möglichst erregbare Präparate.)

Durchquetscht man nun das tibiale Muskelende mittelst einer Pincette, deren Branchen etwa 4 Mm. breit sind, 2 Mm. über dem Knie, so bleibt regelmässig auch unmittelbar nachher jede Spur von Öffnungserregung aus, selbst wenn die Intensität des Stromes sowie dessen Schliessungsdauer noch beträchtlich gesteigert werden. Dagegen lässt sich zeigen, dass bei Benützung eines Präparates von möglichst gleicher Beschaffenheit die Durchquetschung des Muskels an gleicher Stelle mit einer Pincette von nur 1 Mm. Branchenbreite stets den gegentheiligen Erfolg, nämlich Hervortreten der OZ bei schwachen, vorher unwirksamen Strömen, beziehungsweise Verstärkung einer schon bestehenden OZ herbeiführt.

Ich hatte in der Folge Gelegenheit, dieses Verhalten als ein ganz gesetzmässiges, in allen Fällen zu constatiren und war so in die Lage versetzt, ganz nach Belieben und entsprechend der Wahl des zur Durchquetschung des Muskels benützten Instrumentes, bald das von van Loon, bald jenes von mir zuerst beobachtete Verhalten einseitig verletzter Muskel bei abterminaler Durchströmung zu demonstriren.

Es kann, wie ich glaube, kein Zweifel darüber bestehen, dass die Ursache der verschiedenen Wirksamkeit abterminaler Öffnung in beiden Fällen wesentlich darin zu suchen ist, dass der Eintritt des Kettenstromes das eine Mal ausschliesslich durch die Demarcationsfläche erfolgt, während im andern Falle zahlreiche Stromfäden nicht nur des Demarcationsstromes in der einen, sondern auch des Kettenstromes in der andern Richtung zufolge der oben erwähnten, eine äussere Nebenschliessung bildenden Wulstung und Einkrümmung der Fasern beiderseits von der schmalen gequetschten Stelle, jenseits der abgetödteten Faserenden innerhalb der Grenzzone der Demarcationsfläche aus-, beziehungsweise eintreten, wodurch den früheren Erörterungen zufolge die Bedingungen für Auslösung scheinbarer Öffnungszuckungen gegeben sind. Als solche betrachte ich daher auch die von van Loon beobachteten Öffnungsreizerfolge, obschon derselbe unter etwas anderen Versuchsbedingungen arbeitete, indem er den Muskel in einem mit einer indifferenten leitenden Flüssigkeit gefüllten Kästchen reizte. Indessen hängt es auch in diesem Falle, wie leicht ersichtlich ist, nur von der Beschaffenheit

der verletzten Endes ab, ob die Stromfäden des abterminalen Kettenstromes ausschliesslich durch die Demarcationsfläche selbst eintreten, wie es **ungeachtet der durch die umspülende Kochsalzlösung vermittelten äusseren Nebenschliessung des Muskelstromes der Fall sein muss**, wenn der Faserverlauf in Folge der Verletzung nicht gestört wird, oder ob dieselben anderenfalls Gelegenheit finden, die Demarcationsfläche auf dem Wege einer durch Verbindungen und Einkrümmung der Fasern gebildeten Nebenschliessung zu überspringen und jenseits desselben im Bereiche der Austrittsstellen der Muskelstromfäden in die contractile Substanz einzutreten. Der Umstand, dass im letzteren Falle (scheinbare) Öffnungszuckungen sowohl an dem in Flüssigkeit versenkten, wie an dem in Luft befindlichen Muskel beobachtet werden, die sonst, wie auch wahre Öffnungszuckungen, in beiden Fällen ausbleiben, scheint mir gerade für die Richtigkeit der oben entwickelten Anschauungen über die Natur der bei abterminaler Durchströmung einseitig verletzter Muskel auftretenden Öffnungsreizerfolge zu sprechen.

Es war mit Rücksicht darauf, dass, wie aus den vorstehenden Versuchen hervorgeht, die Verlaufsrichtung der Kettenstromfäden im Muskel selbst für das Hervortreten scheinbarer Öffnungszuckungen bei abterminaler Durchströmung von der allerwesentlichsten Bedeutung ist, zu erwarten, dass in Fällen, wo nach einseitiger Abtödtung der Faserenden der Strom ausschliesslich durch diese letzteren eintritt und (scheinbare) Öffnungsreizerfolge daher nicht beobachtet werden, dieselben sofort hervortreten würden, sobald durch Überbrücken der verletzten Stelle mit irgend einem feuchten Leiter dem Strome Gelegenheit geboten wird, auch jenseits der Demarcationsfläche einzutreten. In der That genügt es bisweilen schon das verletzte Muskelende mit Kochsalzlösung reichlich zu benetzen, um sofort wirksame Erregung bei Öffnung des Kettenstromes zu erzielen, die nach Entfernung der leitenden Flüssigkeitsschicht wieder ausbleibt. Besser gelingt der Versuch in der Regel noch, wenn man einen schmalen Streifen doppelt zusammengelegten Fliesspapieres mit 0·6% Kochsalzlösung tränkt und in Form einer Schlinge derart um das durchgequetschte Muskelende herumlegt, dass dieselbe die sichtbare Grenze der Verletzung merklich überragt.

Mit der Deutung der Öffnungsreizerfolge bei abterminaler Längsdurchströmung einseitig verletzter Muskeln, als „scheinbarer“ Öffnungszuckungen stimmt endlich auch noch die Thatsache überein, dass nach thermischer oder chemischer Abtödtung der Faserenden ganz ebenso wie nach ausgedehnterer mechanischer Verletzung derselben niemals derartige Reizerfolge beobachtet werden, vorausgesetzt, dass keine äussere Nebenschliessung zwischen den abgestorbenen Faserstellen und jenseits an der Grenze der Demarcationsfläche gelegenen Punkten der Längsoberfläche besteht.

Über die Nerven der menschlichen Augenlider.

Von Dr. F. von **Mises** in Wien.

(Mit 1 Tafel.)

Bei Gelegenheit einer Untersuchung über die Innervation der menschlichen Cilien fiel mir der besonders grosse Reichthum an Nerven auf, die das Lid in verschiedenen Richtungen durchsetzend ein Gewirr bilden, in dem man den Verlauf der feineren Fasern nur mit grosser Schwierigkeit verfolgen kann.

Dieselbe beruht einerseits auf der Dicke des Organes, andererseits auf der Dichte der verfilzten Bindegewebszüge und der elastischen Fasern. Insbesondere ist es der Tarsus, der der Untersuchung bedeutende Schwierigkeiten entgegenstellt.

In der auf das Augenlid bezüglichen Literatur finden wir über die feine Verästelung der Nerven nur spärliche Angaben.

Moll[1] erwähnt blos die Anwesenheit von zahlreichen Nerven im Lide und schliesst seine Arbeit mit der Bemerkung, dass er über den Verlauf der Nerven nicht berichten könne.

Die Lehrbücher der Anatomie von Hyrtl[2] und Henle[3] bringen ausführliche Beschreibungen über die Ausstrahlungen der grösseren Nervenstämme, die zu bestimmten Regionen der Lider hinziehen, um sich in ihnen zu verbreiten. Genaueres aber über diese Verbreitung ist nicht angegeben. Ebenso wenig bieten uns die Handbücher der Histologie von Kölliker,[4] Frey,[5] Stricker[6] und

---

1 Bemerkungen über den Bau der Augenlider des Menschen, Archiv f. Ophtalm., III. Abth. 2, 1857, p. 258.

2 Lehrbuch der Anatomie d. Menschen, 1863.

3 Lehrbuch der system. Anatomie d. Menschen, 1866.

4 Handbuch der Gewebelehre, 1867.

5 Lehrbuch der Histologie und Histochemie d. Menschen, 1876.

6 Handbuch der Lehre von den Geweben d. Menschen und d. Thiere, 1871.

Toldt[1] Aufschlüsse über diesen Gegenstand. Ausführlichere Angaben begegnen wir in der Beschreibung der Augenlider von Merkel und Waldeyer.[2]

Ersterer[3] sagt: „Das obere Lid in seiner grössten Ausdehnung und in seiner ganzen Höhe wird von Zweigen versorgt, die als Nn. palpebrales vom N. frontalis und supraorbitalis abgehen. Das eine Mal sind die Zweige vom ersten, das andere Mal die vom zweiten dieser Nerven stärker. Da die mediale Lidgegend schon von den Trochlearzweigen versorgt ist, so wenden sich die N. palpebrales stets lateralwärts, um schliesslich im Bogen abwärts ziehend ihren Endbezirk zu erreichen. Am freien Lidrande bilden die einzelnen Stämmchen festonartige Anastomosen, von denen die letzten feinsten Ästchen abgehen...... Die motorischen Nerven der Lidmusculatur, welche.... dem N. facialis angehören, treten von der lateralsten Seite her auf das Lid über. Die Rami zygomatici dieses Nerven sind es, welche vom Jochbogen aus, und von der Schläfengegend her in den Ringmuskel einstrahlen, und von hier aus unter Eingehung zahlreicher Anastomosen mit den hierverlaufenden Gefühlsnerven über den ganzen M. orbicularis vertheilt ihre Endigung finden“. Das untere Augenlid erhält seine sensorischen Nerven vom R. infraorbitalis.

Gegenstand genauer Forschung waren die Nervenendigungen in der Conjunctiva des Lides, über welche die erwähnten histologischen Handbücher sowie die Arbeiten von Krause,[4] Arnold,[5] Morano[6] und Helfreich[7] berichten.

Zwischen den Ergebnissen der anatomischen Präparation und denen der feinen auf die Nervenendigungen gerichteten mikroskopischen Untersuchungen besteht, wie man sieht, eine Lücke in unseren Kenntnissen, welche ich durch nachstehende Untersuchung auszufüllen bestrebt war. Ich benützte hierbei in erster Linie das obere Lid.

---

[1] Lehrbuch von den Geweben d. Menschen, 1877.

[2] Handbuch d. ges. Augenheilkunde v. Graefe und Saemisch, 1874.

[3] L. c. I, 1, pag. 126.

[4] Über terminale Körperchen. Hannover 1860.

[5] Virchow's Arch. Bd. XXVI.

[6] Arch. f. Ophthalm. XVII Abth. 2. Vergl. Hofmann und Schwalbes Jahresber. 1872.

[7] Über die Nerven der Conjunctiva u. Sclera. Würzburg 1870.

Um eine deutliche Ansicht über die fraglichen Nervenverhältnisse zu erhalten, war es nöthig, mehrere Methoden in Anwendung zu ziehen. Das Augenlid wurde durch Spalten in zwei Hälften zerlegt, deren eine die Haut und den m. orbicularis umfasste, die andere den Tarsus und die Conjunctiva in sich schloss. Jeder Theil wurde zwischen zwei Objectträgern ausgebreitet, der Einwirkung von Kalilauge durch 24—48 Stunden ausgesetzt, wodurch man Übersichtsbilder besonders der Hautmuskeltheile gewann, während man an dem Tarso-Conjunctivaltheile nur die seitlichen und die über dem Tarsus gelegenen Nerven genau verfolgen konnte.

Eine andere Methode der Untersuchung bestand darin, dass ich Augenlider in der geschilderten Weise spaltete, dann theils in Osmiumsäure, theils in Goldchlorid färbte, und in der üblichen Weise in Schnitte zerlegte. Die Lider mussten gespalten werden, um der Färbungsflüssigkeit das Durchtränken derselben zu erleichtern. So erhielt ich einerseits Flächenbilder, andererseits sagittale Durchschnitte des Lides, welche das Studium des Nervenverlaufes ermöglichten.

Auf den Flächenbildern sieht man den Eintritt mächtiger Nervenbündel, sowohl von den Seiten des Lides aus als auch von oben.

Der seitliche Stamm über dem inneren Augenwinkel, also etwas höher, als der der anderen Seite gelegen, der aus der Anastomose des N. supratrochlearis und infratrochlearis hervorgeht,[1] schlägt mit der Mehrzahl seiner Fasern eine, dem Lidrande parallele, horizontale Richtung ein, und seine Zweige durchziehen eine grössere Partie des Augenlides, als die des lateralen Stammes. Zahlreiche Bündel dringen in die über dem Tarsus gelegene Region, andere durchziehen bogenförmig das Augenlid und gehen theils mit den Fasern der anderen Seite, theils mit den von oben kommenden Nervenstämmen durch langgestreckte anastomotische Schlingen zahlreiche Verbindungen ein.

In der Gegend über den Haarbälgen der Cilien, in jenem lockeren Bindegewebe, welches hinten vom Tarsus, vorne vom Musculus orbicularis palpebrarum und unten (beim unteren

[1] Vergl. Merkel, l. c.

Augenlid oben) vom M. ciliaris Riolani begrenzt wird, entsteht auf diese Weise ein reicher Nervenplexus. Ich will ihn im Weiteren den Randplexus des Lides nennen. Von ihm gehen Zweige aus, die nun Haut, Muskeln, Cilien und die Conjunctiva innerviren. (Vergl. Fig. 1.) Die dickeren, von oben in diesen Plexus einstrahlenden Nerven, kreuzen ehe sie denselben erreicht haben, mächtige, mehr oder weniger dem Lidrande parallel verlaufende Blutgefässe.

Verhältnissmässig häufig sieht man die Zweige dieser zwischen M. orbicularis und Tarsus verlaufenden Stämmchen in den genannten Muskel ein-, und ihn theilweise durchdringen, um sich in der Haut des Lides zu vertheilen. (Fig. 1*c*.) Schwierig war es zu entscheiden, auf welchem Wege die Conjunctiva palpebrarum hre offenbar sehr zahlreichen Nerven bezieht.

An Osmiumpräparaten ist es mir nicht gelungen, über diesen Punkt ins Klare zu kommen. Ich fand nirgends im Tarsus Nervenfasern, welche von den geschilderten Stämmchen nach der Conjunctiva dringen und ebenso wenig in der Conjunctiva selbst liegende grössere Zweige, die etwa vom Fornix aus unabhängig von den geschilderten Nerven die Conjunctiva versorgen würden. An Goldpräparaten kam ich schliesslich auch hierüber ins Reine. Ich fand, dass in jedem Sagittalschnitt eines Lides zwei Stellen angegeben werden können, an welchen häufig der Übertritt von Ästen jener Nervenstämme in die Conjunctiva zur Beobachtung kommt.

Von dem Randplexus, da wo jene kleinen Gefässäste den Tarsus passiren, um zur Conjunctiva zu verlaufen, die Langer[1] beschrieben und abgebildet hat, gehen Zweige ab, die zwischen den Meibom'schen Drüsenläppchen neben den Gefässen den Tarsus durchbohren, und so in die Conjunctiva eintreten. (Fig. 1*e*.) Hier pflegt sich jedes solches Ästchen in einen aufsteigenden und einen absteigenden Zweig zu theilen. Beide verlaufen bedeutende Strecken parallel der Conjunctivaloberfläche, und dieselbe Richtung schlagen ihre Zweige ein, womit natürlich nicht gesagt sein soll, dass nicht kleinste Faserbündel direct dem benachbarten

---

[1] Über die Blutgefässe des Augenlides. Medic. Jahrbücher 1878. Taf. X, Fig. 1*b*.

Epithel der Conjunctiva zustreben. Auch jenes Muskelbündelchen, welches rückwärts von den Ausführungsgängen der Meibom'schen Drüsen liegt, erhält von den absteigenden Zweigen Fasern. (Fig. 1 *d.*) Eine kurze Strecke nach dem Durchtritt durch den Tarsus, kann man die Fasern dieser Stämmchen, oder doch einen Theil derselben noch als markhaltig erkennen, sie scheinen aber dann ziemlich bald ihr Mark zu verlieren, wenigstens sieht man nicht selten an dieser Stelle Fasern in den Nervenbündeln, deren centraler Theil noch Mark führt, und deren peripherer schon marklos ist. Auch lassen sich in einiger Entfernung von dieser Eintrittsstelle keine markhaltigen Nervenbündel mehr auffinden.

Von der Anwesenheit markhältiger Fibrillen, die die Blutgefässe um die Meibom'schen Drüsenläppchen begleiten sollen, sowie von der Richtigkeit der weiteren Angaben, welche Colosanti[1] über die hier gelegenen Nerven macht, konnte ich mich nicht überzeugen.

Die zweite Stelle, an welcher die Hauptstämme des Augenlides Äste an die Conjunctiva schicken, befindet sich über dem Tarsus in der Gegend, wo die Conjunctiva tarsalis zur Conjunctiva orbitalis wird. (Fig. 1 *f.*) Auch diese Ästchen theilen sich, nachdem sie die Bindehaut erreicht haben, in aufsteigende und absteigende Zweige, die weithin parallel der Oberfläche verlaufen. Die meisten Fasern derselben verlieren bald, manche schon beim Eintritt in die Conjunctiva ihr Mark, ob andere dasselbe so lange behalten, bis sie das Epithelium erreichen, muss ich wenigstens für den Tarsaltheil der Conjunctiva bezweifeln; gesehen habe ich es niemals.

Aus dem Randplexus stammen, wie oben erwähnt, auch Fasern, welche zu den Augenwimpern ziehen. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass diese einen nervösen Apparat besitzen, durch welchen sie geradezu als Tasthaare charakterisirt werden, ähnlich den bekannten bei Thieren vorkommenden Tasthaaren.

Es liegen über die Innervation der Haare viele Untersuchungen vor, die theils an schwellkörperhaltigen, theils an schwellkörperlosen Fühlhaaren von Thieren vorgenommen wurden.

---

[1] La terminazione dei nervi nelle gland. etc. Roma 1873, p. 89. Citirt von Waldeyer, l. c.

Zum Vergleiche mit den Nervenverhältnissen der menschlichen Haare und speciell der Cilien will ich die Ergebnisse der Untersuchung an den schwellkörperlosen Haarbälgen der Thiere in Kürze anführen :

Schöbl[1] beschreibt im Fledermausflügel Nerven, die zu den Haarbälgen treten und Eberth[2] beobachtete an Kaninchenhaaren Fasern, die mit einem von Langerhans[3] beschriebenen in der äussern Wurzelscheide des menschlichen Haarbalges gelegenen zellenartigen Gebilde in Verbindung stehen sollen.

Beil[4] erwähnt einen Nervenring an Fledermaushaaren.

Nach Jobert[5] treten die Nerven unter den Talgdrüsen an den Follikel heran, den sie theils als markhältige, theils als marklose Fasern mit einem ringförmigen Geflechte umspinnen. Bei den Schwanzhaaren der Ratte[6] soll die Nervenfaser mit einer kleinen Anschwellung enden.

Arnstein[7] fand an Mäuseohren den Nervenring nicht und schildert eine feine Strichelung als Ausdruck von Axencylindern, die den Haarbalg radiär von aussen nach innen durchsetzen und nachdem sie die Glashaut durchbohrt haben, zwischen dieser und der äusseren Wurzelscheide parallel zur Längsaxe des Balges verlaufen. Derselbe erwähnt im Anhange von den Nerven der menschlichen Kopfschwarte, dass sie „bis an den Hals der Haartasche zu verfolgen sind“.

Nach Bonnet[8] besitzen alle Haarbälge der von ihm untersuchten Thiere einen nervösen Terminalapparat, der bei jenen

---

1 Arch. f. mikr. Anat. 1871. Bd. VII.

2 Arch. f. mikr. Anat. 1870. Bd. VI.

3 Virchow Arch. Bd. 44.

4 Über die Nervenendigung an den Tasthaaren einiger Säugethiere, 1871. Citirt nach Bonnet.

5 Etudes d'anat. compar. sur les organes du toucher chez divers Mammiféres. Annales des sciences naturelles. V. Série. Zool. T. XVI. Art. Nr. 5. 1872. Vergl. Hofmann u. Schwalbes Jahresber.

6 Comptes rendus de l'Acad. des sciences. Avril 1874. Nr. 15. Recherches sur les organes tactiles.

7 Die Nerven der behaarten Haut. Sitzungsber. der k. Akad. der Wissensch. III. Abth., October 1876.

8 Studien über die Innervation der Haarbälge der Hausthiere. Morphol. Jahrbuch, herausgegeben von Gegenbaur. IV. Bd. 1878, p. 329.

Haaren, die keinen Schwellkörper haben, aus markhältigen Fasern besteht, die längs verlaufende Schlingen oder dicht an der Glashaut gelegene Cirkeltouren bilden, so wie aus marklosen Ausläufern dieser Fasern, die in Längs- und Querfalten der Glashaut gelegen sind.

Die in der histologischen Literatur niedergelegten spärlichen Angaben über die Nerven der menschlichen Haare erhielten durch die Untersuchungen von Jobert[1] bedeutende Bereicherung. Dieser Autor beschreibt an den Cilien und den Haaren der Ober- und Unterlippe einen Nervenring (anneau sensitif) der unter den Talgdrüsen gelegen ist. Er soll aus Nervenfasern bestehen, welche anfangs senkrecht, dann parallel zur Längsaxe des Haares verlaufen, in die äussere Wurzelscheide eintreten und hier ihr Mark verlieren.

Meine Untersuchungen hatten mich, schon ehe ich von den letztgenannten Funden Jobert's Kenntniss hatte, jenen Nervenring an dem Balg der Cilien kennen gelehrt, und mich zur Überzeugung geführt, dass diese exquisite, zum Schutz des Auges bestimmte sensorische Organe sind. Ich kann mich demnach jetzt in der Beschreibung dieses Nervenringes kurz fassen; umgehen kann ich sie nicht, da meine Untersuchungsresultate doch in einigen Punkten von denen Jobert's abweichen.

Die Nerven treten von verschiedenen Seiten (Fig. 1 *x*, Fig. 2) an den Haarbalg heran, wo sie unter der Einmündung der Talgdrüsen einen Nervenring, ein korbartiges Geflecht, bilden.

An dieser Stelle ist der Haarbalg ein wenig verbreitert, und das engmaschige Faserwerk scheint mit einzelnen seiner Fasern der äusseren Wurzelscheide anzuliegen; ich sage der äusseren Wurzelscheide, denn ich habe oftmals vergebens an dieser Stelle die Membrana propria des Haarbalges gesucht, und bin nicht in der Lage behaupten zu können, dass alle diese z. B. in Fig. 3 abgebildeten Nerven noch ausserhalb der genannten Membran liegen.

Im Innern von diesem Nervenkorb sieht man an Goldpräparaten ein System von parallel zur Längsaxe des Haares

---

[1] Des poils considérés comme agents tactiles chez l'homme. Compt. rendus de l'Acad. des sciences. Janvier 1875, p. 274—276.

verlaufenden dunklen nach Art markloser Nervenfasern gefärbten Strichen.

Ob dieselben gleichwerthig sind den Arnstein-Bonnet'schen nackten Axencylindern, die in den Falten der Glashaut nach aufwärts streben, kann ich mit Sicherheit nicht bestimmen.

Meine Bemühungen über das Ende der den Korb bildenden Fasern ins Klare zu kommen, ergaben Folgendes. Wenn die markhaltigen Fasern den Zellen der äusseren Wurzelscheide bis zur anscheinenden Berührung nahe gekommen sind, so verlieren sie ihr Mark. Das letzte Stück der markhaltigen Faser ist kolbig aufgetrieben. Fig. 3 zeigt zwei derartige Fasern von einem Osmiumpräparat. Ich war aber nicht im Stande zu entscheiden, ob die Faser in diesem Kolben endigt, oder ob sie etwa als marklose Faser noch weiter zwischen die Zellen der Wurzelscheide vordringt, und der Kolben nur eine unwesentliche Anschwellung des letzten Antheiles der Markhülle ist. Doch ist hervorzuheben, dass man derartige Kolben an Schnitten häufig zwischen den Zellen der Wurzelscheide antrifft, und dass sie manchmal wie mit Kernen versehen erscheinen.

Die vorstehende Arbeit ist unter Leitung von Prof. Sigm. Exner ausgeführt worden.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Durchschnitt des oberen Augenlides aus mehreren Schnitten zusammengestellt.

a) Senkrecht nach abwärts verlaufende Nerven im lockeren Bindegewebe zwischen dem Tarsus und dem M. orbicularis gelegen.

b) Die von dem Randplexus sich abzweigenden Nervenbündel für den M. ciliaris Riolani.

c) Durchtritt der Nerven durch den Musculus orbicularis und deren Verzweigung in der Haut.

d) Nervenästchen für den M. ciliaris Riolani.

e) Durchtritt der Nervenstämmchen durch den Tarsus.

f) Von den senkrechten Bündeln sich abzweigende Äste, welche über den Tarsus in die Conjunctiva gelangen.

x) Nervenkorb der Cilie.

Fig. 2. *a)* Der ervenring unter der Einmündung der Talgdrüse *a* an der Cilie des Menschen. Der Haarbalg ist halbirt, das Haar selbst herausgefallen.

b) Nervenstämmchen, die sich in der Haut verbreiten. Goldpräparat. Gezeichnet bei Hartnack, Object IV, Ocul. 3. Vergrösserung der Zeichnung: $\frac{35}{1}$.

Fig. 3. Kolbige Anschwellung der markhaltigen Nerven an der äusseren Wurzelscheide des Haarbalges einer Cilie.

a) Zellen der äusseren Wurzelscheide. — Osmiumsäurepräparat. Gezeichnet bei Zeiss, Hom.Immers. $\frac{1}{18}$ und Hartnack Ocular 3. Vergrösserung der Zeichnung: $\frac{2800}{1}$

Über die richtige Deutung der Querfortsätze der Lendenwirbel und die Entwicklung der Wirbelsäule des Menschen.

Von **Dr. M. Holl,**
Supplent der Anatomie in Innsbruck.

(Aus dem Wiener anatomischen Institute.)

(Mit 4 Tafeln und 2 Tabellen.)

Nachstehender Beitrag scheint mir für die Lehre von der Entwicklung der Wirbelsäule des Menschen vom Belange zu sein, insoferne als ich glaube im Stande zu sein, die Aufmerksamkeit der Anatomen auf neue, bisher noch nicht beobachtete Verhältnisse zu lenken.

Die Abhandlung beschäftigt sich hauptsächlich mit der Frage, wie die Querfortsätze der Lendenwirbel richtig zu deuten seien. Ich weiss sehr wohl, dass ich damit in eines der schwierigsten Capitel der anatomischen Wissenschaft eindringe, in einen Theil, welchem die gelehrtesten Forscher stets ihr Augenmerk zugewendet haben und nach bestem Wissen, Licht in dies so sehr dunkle Gebiet zu bringen suchten. Dies bedenkend, schreibe ich diese Abhandlung nach gewissenhaftem Forschen nieder, wohl wissend, dass oberflächliche Untersuchungen auf diesem Gebiete nur neue Hemmnisse für spätere Arbeiten abgeben müssen. Man kann sagen, dass die Arbeiten, die bisher über diesen Gegenstand geliefert wurden, ein beredtes Zeugniss von der Arbeitskraft ihrer Erzeuger geben; allein trotzdem bleibt nicht vorenthalten, dass so mancher Forscher, beim versuchten Lüften des Schleiers, der die richtigen Thatsachen birgt, demselben nur neue Falten eingedrückt hat.

Die richtige Deutung der Querfortsätze der Lendenwirbel ist es, die die anatomischen Räthsel, welche an der menschlichen

Wirbelsäule vorkommen, löst. Die Querfortsätze richtig gedeutet, erklären das Vorkommen supernumerärer Rippen, seien sie distal oder proximal gelagert, die rippenartigen Anhänge an den Brust- (Gruber) und Lendenwirbeln, die Verminderung der normalen Rippenzahl, die abnormen Formen der Wirbel selbst, das numerische Verhältniss der präsacralen Wirbel, endlich das Kreuzbein selbst.

Ich erinnere, auf das letzt Gesagte Bezug nehmend, wie lange hat man das Kreuzbein für einen höchst einfachen Knochen gehalten, einfach hervorgegangen aus der Verschmelzung von fünf Wirbeln, bis Gegenbaur, einer der genialsten Forscher dieses Jahrhunderts, durch seine vergleichend-anatomischen Untersuchungen zu einer glänzenden Arbeit Frenkel's Veranlassung gab, die uns lehrte, dass im Kreuzbeine Rippen verborgen seien, die bestimmt sind, das Becken zu tragen, in welcher Arbeit das Kreuzbein anders aufgefasst wurde, als es vorher geschehen.

Die vorliegende Abhandlung verdankt ihren Ursprung, der Untersuchung einer ziemlich bedeutenden Anzahl von Abnormitäten der Wirbelsäule (vorfindlich im Wiener anatomischen Museum) und die versuchte Erklärung derselben durch die bisher in der Literatur verzeichneten Resultate. Allein nur zu bald musste ich zu der Überzeugung gelangen, dass dieselben keineswegs im Stande sind, Licht in die Sachlage zu bringen. Aus diesem Grunde schritt ich zur Präparation des betreffenden Abschnittes der Wirbelsäule an Leichen erwachsener Menschen, hoffend von der präparirten Wirbelsäule eine bessere Antwort auf die von mir gestellten Fragen zu erhalten, als sie mir die macerirten Wirbelsäulen zu bieten im Stande waren. Und so im Studium begriffen, wurde ich immer mehr und mehr gedrängt, die Untersuchungen an jüngeren Individuen, Kindern und an den, noch mit Messer und Pincette präparirbaren Wirbelsäulen von Embryonen vorzunehmen. So fortschreitend und gewahrend, dass, je weiter ich in der Untersuchung gegen die frühesten Stadien der Entwicklung der Wirbelsäule vordrang, sich mir das Feld der Forschung immer mehr und mehr erhellte, ging ich über, die Entwicklung der Wirbelsäule an mikroskopischen Schnittserien von bis zu kleinsten mir zu Gebote stehenden Embryonen menschlicher Gattung zu studiren und dieses, mit dem nicht ausser Acht zu lassenden

Behelfe des Studiums der Wirbelsäule aufwärts, stufenweise und stufenweise, bis zu der des erwachsenen Menschen, ermöglichten es mir, wie ich glaube, endlich völlige Klarheit in noch unbestimmte Verhältnisse der Wirbelsäule zu bringen. Um den Vorwurf der Einseitigkeit zu vermeiden, zog ich in den Theil der embryologischen Untersuchung der Wirbelsäule des Menschen, auch die des Schweines ein, da von diesem Säugethiere mir zufälliger Weise brauchbare, kleinste Embryonen zu Gebote standen.

Meines Erachtens glaube ich, wurden in den bisherigen Untersuchungsmethoden grosse Fehler gemacht. Der eine ist der, dass den genauen Formverhältnissen der einzelnen Wirbel in den jüngsten Stadien, bisher viel zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt wurde; die Wahrheit des Gesagten möge eine Umschau in der betreffenden Literatur bestätigen. Eine Ausnahme hievon macht Rosenberg's[1] Arbeit; vielleicht die einzige in das bezeichnete Gebiet näher eindringende. Sie besitzt meines Erachtens leider den Fehler, die jüngsten Formen der menschlichen Wirbel für die Descendenztheorie passend zu machen und ich glaube, dass aus diesem Grunde Rosenberg die gewonnenen Bilder seiner so mühevollen Arbeit nicht richtig deutet. In den anderen Fehler verfielen jene Autoren, welche die Wirbelsäule des erwachsenen Menschen allein in den Bereich ihrer Untersuchungen zogen oder höchstens bis zur Untersuchung der Wirbelsäule des neugebornen Kindes vordrangen, und so die wichtige embryologische Forschung gänzlich ausser Acht liessen. Andere endlich suchten die Erklärung der verschiedenen Verhältnisse in der vergleichenden Anatomie, der Löserin so vieler Räthsel, hoffend, dass diese, wie sie es so oft gethan, auch diesmal Licht in die dunkle Sache bringe; allein vergebens. Auch ich durchsuchte mit unverdrossenem Muthe thierische Wirbelsäulen, namentlich die der Säuger, von unseren nächsten Verwandten, den Anthropomorphen angefangen, bis herab zur niedersten Gruppe, den Monotremata, den Kloakenthieren. Das Facit war, dass ich aus dem Walde der Irrungen vergeblich einen Ausweg suchte und dass ich ihn ebenso wenig fand, als meine Vorgänger. Man kann nämlich keine kräftigen und stichhältigen Beweise finden, welche abnorme Formenverhältnisse der

[1] Über die Entwicklung der Wirbelsäule und das Centrale carpi des Menschen. Morpholog. Jahrb. I. Bd.

menschlichen Wirbelsäule zu erklären im Stande sind, ebenso wenig als die einzelnen verschiedenen Höcker und Höckerchen an der macerirten Wirbelsäule des erwachsenen Menschen, mit einander verglichen, dies oder jenes zu beweisen, vollgiltig im Stande sind. Bei den meisten Resultaten der Untersuchungen fehlte doch immer ein absolut vollständiger Beweis; daher kam es auch, dass die eine Lehre bald die andere aus dem Sattel hob, bis diese von einer dritten u. s. w. als nicht richtig befunden wurde. Der gordische Knoten wurde oft zerhauen, aber nie gelöst.

Der Schlüssel zur Lösung der Frage der richtigen Deutung der Querfortsätze der Lendenwirbel, liegt in dem Studium der continuirlich fortlaufenden Entwicklungsreihe der Wirbelsäule; dasselbe hat alle Stadien zu durchlaufen, angefangen von den ersten embryonalen, die nur mit dem Mikroskope zu betrachten sind, und so fort und fort, stufenweise weiterschreitend, bis Pincette und Messer in ihre Rechte treten, bis zur Wirbelsäule des erwachsenen Menschen. Dies ward endlich nach langem, vielem Suchen, mein Leitstern auf dem so dornenvollen Pfade der Untersuchung und er hat mich, wie ich glaube, dass aus dem Folgenden hervorgehen wird, richtig geführt.

Es kann unmöglich hier Sache sein, alle Angaben aus der Literatur zu verzeichnen, welche sich mit der Deutung der Querfortsätze der Lendenwirbel beschäftigen; zudem kann ich die Mehrzahl der Angaben, die in der Literatur vorfindlich sind, zum Aufbaue meiner Arbeit nicht benützen und ich will daher lieber gleich die gewonnenen Resultate meiner Untersuchungen niederschreiben und aus deren Schlusse jene Arbeiten näher besprechen, welche mir für die Beantwortung der gestellten Fragen von Belange scheinen oder mit meinen Resultaten in nähere Beziehung treten; schliesslich werde ich allgemeine Verhältnisse der Wirbelsäule, Abnormitäten der einzelnen Wirbel zu erklären suchen.

Der Tenor des nächst Folgenden besteht darin, entscheiden zu suchen, welcher Qualität der Processus transversus der Lendenwirbel sich erfreut; ob er ein reiner Querfortsatz ist, in der Weise, wie ihn die Brustwirbel besitzen, oder ob er eine an den Wirbelkörpern angewachsene Rippe ist, oder ob er vielleicht Rippe und Querfortsatz eines Brustwirbels repräsentirt. Die richtige Deutung desselben ist in der Entwicklungsgeschichte zu suchen.

1. Betrachtet man von einer embryonalen, menschlichen Wirbelsäule von 20 Mm. Länge, gemessen vom oberen Rande des 1. Halswirbels bis zur Spitze des letzten Steisswirbels, den ersten Lendenwirbel an einem Horizontaldurchschnitte, welcher Schnitt die Processus transversi trifft, so finden wir denselben configurirt, wie ihn (die Hälfte) der Abbildung Taf. I, Fig. *L*, bei einer zehnmaligen Vergrösserung darstellt. Der ganze Wirbel zeigt sich aus sehr kleinen, dicht gedrängten Zellen bestehend und in seiner Mitte die charakteristische Chorda dorsalis (Fig. *L*, *ch*). Die Form anlangend, so ist zu ersehen, wie am Körper (*C*) eine seitliche Masse (*l*) ausstrahlt, die wir kurzweg als Processus lateralis bezeichnen wollen und müssen, da sie an diesem embryonalen Wirbel nicht gleich zu setzen ist an Form dem Processus transversus des erwachsenen Wirbels. Der Processus lateralis erscheint uns nahezu als die laterale Ausbreitung des Wirbelkörpers selbst und zeigt eine vordere, stärker concave und eine rückwärts weniger geschweifte Grenze, seitlich einen Begrenzungsrand, der mit der vorderen und hinteren Grenze zwei Winkel bildet, einen vorderen t_1 und einen hinteren *b*, von welchem der eigentliche Bogen abgeht. Dabei muss gleich bemerkt werden, dass der Bogen als ein Fortsatz des lateralen hinteren Endes des Processus lateralis erscheint und am erwachsenen Wirbel nur jenem Stücke gleichkommt, welches hinter den auf- und absteigenden Gelenkfortsätzen vorhanden ist und in Taf. III, Fig. 1 mit *b* bezeichnet wurde. Was man gemeinhin auch noch zum Bogen eines Wirbels rechnet, Taf. III, Fig. 1, *β* ist Antheil des Processus lateralis, wie es bei Taf. I, Fig. *L* der Buchstabe *l* andeutet. (Dieses möge einstweilen strenge beachtet werden.) Der Processus lateralis ist in seinem Anteropostero-Durchmesser nahezu ebenso dick als der Körper, und an der Stelle, wo er vom Körper abgeht, durch die concave Begrenzungslinie etwas dünner als letztere. Der hintere Rand des Körpers geht in einer nach hinten leicht concaven Linie in den hinteren Rand des Processus lateralis über.

Ein Horizontaldurchschnitt in gleicher Weise durch den ersten Kreuzwirbel (Taf. I, Fig. *K*) derselben Wirbelsäule geführt, zeigt ihn aus den gleichen Zellen aufgebaut, wie jene es sind, die

den Lendenwirbel bilden und dass in der Form und Gestaltung des Kreuzwirbels, verglichen mit dem Lendenwirbel kein besonderer Unterschied existirt. Die Masse lateralis zeigt sich an dem Körper in ganz gleicher Weise abtretend, mit gleichen Begrenzungsrändern versehen und von derselben Ausdehnung, so dass wir für Massa lateralis den Ausdruck Processus lateralis setzen können und die Processus laterales der Kreuz- und Lendenwirbel als gleichwerthige Gebilde anzusehen haben.

Nur der äussere Rand des Processus lateralis des Kreuzbeines ist von dem des gleichen des Lendenwirbels etwas verschieden, was ja eine nothwendige Folge ist, da jenem es obliegt, die Verbindung mit dem Darmbeine (J), als dem Träger des 1. Kreuzwirbels und sohin der ganzen Wirbelsäule herzustellen.

Die Ähnlichkeit zwischen dem Lendenwirbel und Kreuzwirbel ist so gross, dass, wenn man sich das Darmbein vom letztgenannten Wirbel entfernt denkt, und von der Facies iliaca des Processus lateralis absieht, es sehr schwer fallen würde, zu entscheiden, welcher Wirbel der Lendenwirbel und welcher der 1. Sacralwirbel sei; ja dringt man etwas näher ein und sucht in den Massverhältnisssen einen Ausweg zu finden, so ergibt sich, dass auch in den Zahlen, die die Messungen des Körpers und ihrer seitlichen Antheile ergeben, keine besonderen Differenzen gefunden werden können. Der Antero-postero-Durchmesser der Körper beider Wirbel sowohl, als der gleiche Durchmesser ihrer Processus laterales und die Maasse am lateralen Ende der Wirbel bis zur Chorda dorsalis gezogen, liefern nahezu die übereinstimmendsten Zahlen. Wenn dies Gesagte richtig ist, wovon ich mich vielfach überzeugte, so erhellt daraus offenbar, dass die seitlichen Antheile des 1. Lendenwirbels, denen des 1. Kreuzwirbels entsprechen, dass also die Processus lateralis des 1. Lendenwirbels in diesem Stadium vollkommen homolog sind denen des 1. Kreuzwirbels.

Da es aber feststeht, wie Gegenbaur durch seine classischen Untersuchungen erwiesen hat, dass die Massa lateralis (für die ich den Ausdruck Processus lateralis gebrauche) des ersten Kreuzwirbels, in sich berge, die Elemente eines Processus transversus (wie er an den Brustwirbeln auftritt) und einer Rippe, so resultirt,

dass da in dem oben angeführten embryonalen Stadium der Wirbelsäule der Processus lateralis des ersten Lendenwirbels gleichwerthig ist dem Processus lateralis des ersten Kreuzwirbels, jener ebenfalls in sich berge die gleichen Elemente, das heisst, der Processus lateralis des Lendenwirbels ist gleich zu setzen dem Processus transversus eines Brustwirbels plus der dazu gehörigen Rippe (wohl bemerkt, dass das Gesagte für dieses embryologische Stadium gilt).

Aus der ähnlichen Gestaltung der Processus laterales beider Wirbelgattungen geht aber ferner hervor, dass eine Hauptstütze der Rosenberg'schen Theorie fallen müsse, insoferne sie Bezug nimmt, dass im embryonalen Stadium die Kreuz- und Lendenwirbel Umformungen erleiden können und eventuell auch müssen, insoferne als ein Lendenwirbel in einen Kreuzwirbel und umgekehrt verwandelt werden könne.

Es existirt ja in diesem Stadium kein Formunterschied zwischen den genannten Wirbeln, ausgenommen der, dass der erste Kreuzwirbel mit dem Darmbeine in Verbindung gebracht ist. Die charakteristische Form des Lendenwirbels tritt erst in den späteren Stadien auf und entwickelt sich allmälig. Da aber nach der Rosenberg'schen Theorie die erwähnte Metamorphose der Wirbel wirklich stattfindet, so müsste seiner Theorie zu Folge, dieser erste Lendenwirbel in Entwicklung begriffen sein, ein Kreuzwirbel zu werden und da die diesem ersten Lendenwirbel nächst folgenden dieselbe Gestaltung aufweisen, so hätten wir das Seltsame vor uns, dass der ganze Lendenabschnitt der Wirbelsäule jene erwähnte Ummodelung erfahren müsse. Doch davon später.

Denselben Bau, als die besprochenen Wirbel aufwiesen, zeigen im gleichen Grade die dem ersten Kreuzwirbel distal folgenden Wirbel nur mit dem Unterschiede, dass je weiter distalwärts gegangen wird, die Processus laterales an Mächtigkeit abnehmen, diese Abnahme aber in Correspondenz steht mit der geringeren Grösse ihrer Körper oder der Wirbel überhaupt. Jedoch dies muss festgestellt werden, dass auch die distal gelegenen sacralen Wirbel Processus laterales im oberwähnten Sinne besitzen.

Die Abbildungen Taf. I, Fig. *H* und *B* sind Präparate eines dritten Hals- und ersten Brustwirbels, derselben 20 Mm. langen Wirbelsäule entnommen, dieselbe Vergrösserung wie die vorerwähnten Wirbel tragend.

Am Halswirbel (Fig. *H*) tritt am Körper die Massa lateralis (*l*) ab, (welche den Bogen (*b*) entsendet) und sich von der des Lendenwirbels nur durch das Vorhandensein eines Foramen transversarium unterscheidet. Durch das Foramen transversarium theilen wir die Massa lateralis oder auch füglich den Processus lateralis in eine vordere und hintere Abtheilung. Die vordere, mit *v* bezeichnete, trägt den Höcker *t*, die hintere *h*, den Höcker t_1 und Bogen *b*. Am Brustwirbel (Fig. *B*) finden wir das dem Foramen transversarium des Halswirbels entsprechende Foramen costotransversarium und es bedarf nicht mehr eines Beweises, dass die Rippe nichts Anderem entspricht, als dem vorderen Abschnitte *v* des Processus lateralis des Halswirbels. Die Rippe plus der hinteren Abtheilung (*h*) setzen am Brustwirbel den Processus lateralis zusammen. Von der hinteren Abtheilung tritt wie beim Halswirbel der Bogen *b* und der Höcker t_1 ab.

Aus dem Vorhergehenden erhellt, dass sämmtliche Wirbel aus einer gemeinsamen Urform sich ableiten lassen und dass es zunächst die Hals- und Brustwirbel sind, welche sich im Processus lateralis von den übrigen Wirbeln frühzeitig differenziren. Am Halswirbel tritt das Foramen transversarium auf, am Brustwirbel das Foramen costotransversarium und eine weitergreifende Continuitätstrennung der vorderen Abtheilung seines Processus lateralis (mit einhergehender mächtiger Entwicklung) als Rippe.

Ich hatte leider nicht Gelegenheit gehabt, noch frühere Stadien der Entwicklung untersuchen zu können und es müsste in diesen früheren Stadien die gemeinsame Urform der Wirbel entschieden noch prägnanter zum Vorschein gekommen sein.

2. In einem der Entwicklung dem vorhergehenden folgenden Stadium, allwo die Wirbelsäule eine Länge von 28 Mm. aufweist, finden wir die Bilder, wie sie uns auf Taf. I, die Figuren H_1 B_1 L_1 und K_1 demonstriren. Es sind dieselben Wirbel, welche wir bei der Besprechung der vorigen Abbildungen hatten, nämlich der dritte Halswirbel, erste Brustwirbel, erste Lendenwirbel und erste

Kreuzwirbel. Es fällt wieder die bedeutende Formähnlichkeit aller Processus laterales auf; an dem Brustwirbel bemerken wir bereits deutlich die Abgliederung der vorderen Partie des Processus lateralis als Rippe und finden, wie dieselbe in der Entwicklung eilt. In allen Processus laterales zeichnet sich in der rückwärtigen Abtheilung eine Stelle aus (*o*), an welcher die Zellen eine bemerkenswerthe Verschiedenheit von den übrigen, die Masse der Wirbel aufbauenden aufweisen. Die Zellen sind grösser und nicht so dicht neben einander stehend als diese und ausserdem mit helleren Contouren begrenzt, so dass dadurch jenes helle Feld (*o*) im Processus lateralis entsteht. Daselbst ist eben die Stelle, wo sich der Knochenkern etablirt.

Allein auch um die Chorda dorsalis herum gruppiren sich im Kreise Zellen von der gleichen Formation und Juxtaposition, dieselbe Bedeutung habend als jene. Es entstehen also in jedem Wirbel drei Knochenkerne, einer um die Chorda dorsalis und je einer in dem Processus lateralis.

Diese hellen Felder in den Processus laterales, näher beobachtet, zeigen, dass sie sämmtlich in den hinteren Partien derselben sich vorfinden, bei dem Abgange der Bögen (*b*) und bis an die hinteren Contouren der Processus laterales heranreichen. Der Knochenpunkt erreicht am Halswirbel (Fig. H_1) nach vorne nicht den hinteren Rand des Foramen transversarium, sondern ist von demselben noch getrennt durch eine Zone (*z*) der kleineren und dichter stehenden Zellen. Am Brustwirbel (B_1) findet dasselbe Verhältniss statt; es grenzt sich der Knochenpunkt (*o*) gegen das, dem Foramen transversarium des Halswirbels entsprechende Foramen costo-transversarium durch eine gleiche Zone (*z*) ab, wie wir es soeben am Halswirbel beobachtet haben. Die abgegliederte Rippe besteht aus den gleichen Zellen, wie wir sie in der vorderen Abtheilung (*v*) der Processus lateralis des Halswirbels antreffen.

Beim Brustwirbel möge noch die weitere Entwicklung des Höckers t_1 beachtet werden und die grössere Ausdehnung des Foramen costo-transversarium.

Bei dem 1. Lendenwirbel (L_1) dieses Stadiums und ebenso bei dem 1. Kreuzwirbel (K_1) finden wir den Knochenkern in analoger Weise vor, wie wir ihn bei dem Halswirbel und Brust-

wirbel gesehen haben; allein es zeigt sich, dass die Zone der Zellen (z) die im Processus lateralis vor dem Kerne lagert, eine nahezu dreifache Mächtigkeit besitzt, als jene des Hals- und Brustwirbels.

Diese Zone kann daher selbstverständlich genetisch nur jenen Zellpartien entsprechen, die am Halswirbel mit z plus v und am Brustwirbel mit z plus R (der Rippe) bezeichnet wurden. Wenn jedoch diese Zone am Lendenwirbel nicht an Grösse und Ausdehnung der Summe der genannten Gebilde entspricht, so ist dies dadurch zu erklären, dass eben mit der Entwicklung der einzelnen Wirbel specielle Modificationen auftreten müssen; es muss ja ein Wachsthum der Rippe an dem Brustwirbel auftreten und dieselbe dem entsprechend an Ausdehnung zunehmen, während am Lendenwirbel dies nicht der Fall ist. Man kann sagen, dass der Hals- und Brustwirbel in der Entwicklung der vorderen Partien des Processus lateralis denen des Kreuz- und Lendenwirbels vorangeeilt, oder letztere stehen geblieben sind; ja strenge möchte ich dies eigentlich nur von den Elementen des Brustwirbels behaupten, denn die Ausdehnung des Processus lateralis des Halswirbels übertrifft jene des Kreuz- und Lendenwirbel nicht besonders.

Im Allgemeinen mag bemerkt werden, dass an allen Wirbeln, mit Ausnahme der der Lendenregion angehörigen in diesem Stadium, die typische Form bereits ausgebildet ist; nur der Lendenwirbel ist so zu sagen noch plump und ähnelt in Beziehung seines Processus lateralis dem des ersten Kreuzwirbels. Sein Höcker t_1 ist aber etwas grösser geworden, als er es früher war.

3. Die Figuren H_2, B_2, L_2 und K_2 auf Taf. I sind Abbildungen des dritten Hals-, ersten Brust-, ersten Lenden- und ersten Sacralwirbels einer 42 Mm. langen Wirbelsäule, Vergrösserung 10 Mal. Jeder Wirbel zeigt uns die Fortschritte der Verknöcherungspunkte (o), sowohl in den Processus lateralis als auch um die Chorda dorsalis herum; ebenso das beginnende Hineinbeziehen der Bögen in die Ossification.

Die Rippe des ersten Brustwirbels, die in der Zeichnung nicht vollständig ausgeführt wurde, lässt uns an dem vorderen abgestutzten Ende (x) ebenfalls den Beginn der Verknöcherung erkennen. Die Zellen sind minder dicht gehäuft und grösser geworden. Das restirende hintere Ende der Rippe (Capitulum)

besteht noch aus kleinen, dicht gedrängten Zellen, wie wir sie in der vorderen Spange des Halswirbels vor dem Foramen transversarium antreffen. Der Lendenwirbel besitzt noch seinen plumpen Processus lateralis und erinnert immer noch an die Configuration des ersten Sacralwirbels aus diesem Stadium der Entwicklung.

4. Dieselben Wirbel als im vorhergehenden Abschnitte, bieten bei derselben Vergrösserung auf Taf. I die Abbildungen H_3, B_3 L_3 und K_3 dar. Die Wirbel stammen von einer 52 Mm. langen Wirbelsäule.

Den Fortschritt in der Entwicklung lehrt am besten der Anblick der genannten Figuren. An Fig. L_3 der Abbildung des ersten Lendenwirbels fällt uns aber sofort in die Augen, dass der Processus lateralis in seinem Sagittaldurchmesser bedeutend Einbusse erlitten hat, wie der Körper dieses Wirbels gewachsen ist und der Processus lateralis durch diese Wachsthumsvorgänge aus seiner früheren nahezu rein transversalen Richtung in eine schief nach hinten und aussen gehende abgelenkt wurde und wie sich das Wurzelstück des Processus lateralis, (wo er vom Körper abzweigt) β sich jenem Antheile des Wirbelbogens nähert, der in Taf. III, Fig. 1 mit β bezeichnet wurde. Sein Bogen *b* ist aus der sagittalen Richtung in eine nach innen schief frontale gebracht und das früher vorne postirte Höckerchen t_1 ist rückwärts gestellt worden und erscheint als ein Fortsatz jenes Stückes des Processus lateralis, allwo der Ossificationspunkt situirt ist. In diesem Stadium sehen wir zum ersten Male einen durchgreifenden Unterschied in der Form des Lendenwirbels verglichen mit der des Sacralwirbels. Der Processus lateralis des letzteren geht noch immer von der ganzen Masse seines Wirbelkörpers ab.

5. Die unter diesem Numerus und weiter folgenden, angeführten Abbildungen betreffen wieder den dritten Hals-, ersten Brust-, ersten Lenden- und ersten Sacralwirbel.

Alle Abbildungen, die nunmehr folgen, zeigen aber nur mehr eine viermalige Vergrösserung, indem sie sonst zu sehr Raum für sich in Anspruch genommen hätten und das Nothwendige auch bei diesen Vergrösserungen ersehen werden kann. Zugleich wurde auf eine subtilere Ausführung der Abbildungen verzichtet, und durch das dunkel gehaltene Feld wurde die Knorpelsubstanz

des Wirbels, angedeutet, während die contourirten, weissen Felder mit den eingestreuten Strichelchen, den Knochenkern, den Verknöcherungsfortschritt darstellen sollen.

Es muss aber aufmerksam gemacht werden, dass die Grösse der einzelnen Abbildungen genau 4 Mal nach dem Präparate genommen wurde, ebenso der Grad der Ausdehnung der Ossification nicht willkürlich, sondern nach dem Weiterschreiten der Ossification am Präparate bezeichnet wurde.

Die Figuren H_4, B_4, L_4 und K_4 auf Taf. II sind die genannten Wirbeldurchschnitte von einer 65 Mm. langen Wirbelsäule.

Am Brustwirbel B_4 ist das Capitulum (R) der Rippe gleich v des Processus lateralis des Halswirbels. Dasjenige was vom Processus lateralis restirt, ist der hinter und seitlich vom Foramen transversarium des Halswirbels befindlichen Masse gleich zu setzen. Wir müssen aber für diesen Theil jetzt besondere Ausdrücke wählen; sehen wir ja dort schon, wie dieser Abschnitt hinneigt zu den späteren Formen. Wir können nun schon analog, wie in Taf. III, Fig. 1 ein vorderes Bogenstück β (ursprünglichen Processus lateralis) und ein hinteres b unterscheiden und gewahren ferner, dass dort, wo die beiden Bogenstücke unter einem Winkel zusammenstossen lateralwärts eine Fortsatz t_1 austritt, der in den früheren Stadien wenn auch klein, bereits bemerkt werden konnte und immer mit t_1 bezeichnet wurde. Diesem Fortsatze muss jetzt ein Name gegeben werden. Er sei der Processus transversus cartilagineus der Brustwirbel. Wir ersehen, dass er ein Gebilde des ursprünglichen Processus lateralis ist, er entspricht dem hinteren Höcker (t_1) am Halswirbel (H_4) ist knorpelig und hängt mit dem knorpeligen Körper des Brustwirbels noch durch eine Knorpelzone (z) zusammen, die sich hinter dem Foramen costotransversarium vorfindet, in gleicher Weise wie der Höcker t_1 am Halswirbel (H_4) durch eine Zone (z) hinter dem Foramen transversarium mit dem Knorpel des Körpers seines Wirbels in Zusammenhang gebracht ist.

Der Lendenwirbel (L_4) entfernt sich durch die Abnahme seines Processus lateralis im Sagittaldurchmesser immer mehr und mehr von seiner ursprünglichen Form, oder von der Form des Kreuzwirbels. Knochenkerne tragen aber Lenden- und Kreuzwirbel dieselben; auch was deren Ausdehnung und Situation

anbelangt. Wir finden den Processus lateralis des Lendenwirbels schmächtiger als den des Kreuzwirbels geworden, weil die vor dem Knochenkerne gelagerte Knorpelzone (z), die ursprünglich an beiden gleich gross war, am Lendenwirbel zum Schwinden gebracht wurde, oder was ja auch möglich ist, der Processus lateralis des Lendenwirbels ist in seinem Wachsthume, was den Processus lateralis anbelangt, stehen geblieben, während der des Kreuzwirbels sich weiter entwickelt hat. Eine Entscheidung in dieser Sache ist eigentlich eine Unmöglichkeit. Aus dem Vergleiche lässt sich jedoch etwas herausfinden. Wir können den Processus lateralis des Lendenwirbels (L_4) seiner Form wegen auch schon eintheilen in ein vorderes β und in ein hinteres Bogenstück b, ferner dann in das an der Verbindungsstelle beider lateralwärts austretende Höckerchen t_1, welches nach der Entwicklung analog ist dem Processus transversus cartilagineus (t_1) des Brustwirbels (B_4). Ob aber in diesem Höcker t_1 des Lendenwirbels (L_4) nicht auch Elemente einer Rippe enthalten sind, ist schwer zu behaupten, da man eben nicht entscheiden kann, ob die Zone z die ganze ursprüngliche vordere Partie des Processus lateralis ist, wie wir sie bei t_1 an Figur L_1 gesehen haben, welche im Vergleiche zu den übrigen Theilen des Wirbels nicht gewachsen, sondern im Wachsthume stille gestanden ist und daher jetzt der vor dem Knochenkerne des Brustwirbels (B_4) liegende Knorpelzone (z) nur ähnlich, oder ob sie mit dieser Knorpelzone identisch sei, in welch' letzterem Falle, die am Wirbel (L_1) vorfindliche Zone (z) durch Schwinden von Zellen zum Rückgang gebracht wurde und somit in der Entwicklung die Rippe, da ja daselbst die Rippenanlage war, zu Grunde gegangen sein müsste. Wenn dieses letztere der Fall ist, wäre dieser Höcker t_1 am Lendenwirbel (L_4) gleichzusetzen dem Processus transversus cartilagineus (t_1) des Brustwirbels (B_4); wenn aber das erstere der Fall war, dann würde der Höcker (t_1) des Lendenwirbels (L_4) in sich schliessen die Elemente von Querfortsatz und theilweise Rippe. Wir nennen diesen Fortsatz am Lendenwirbel kurzweg Processus transversus cartilagineus. Dass dieselbe Modification in der Form sämmtliche Lendenwirbel zeigen, ist selbstverständlich. Der erste Sacralwirbel ist grösser geworden; aber keine Formveränderung

eingegangen. Was die Entwicklung der übrigen Kreuzwirbel anbelangt, so ist sie ähnlich der des ersten Wirbels derselben Gattung.

6. und 7. Figur H_5, B_5, L_5 und K_5 auf Taf. II sind Abbildungen von genannten Wirbeln einer 75 Mm. langen Wirbelsäule. Die Figuren H_6, B_6, L_6 und K_6 auf Taf. II einer 95 Mm. langen Wirbelsäule. Der Fortschritt in der Entwicklung besteht in dem Wachsen der Knochenkerne. So finden wir bei Figur H_5, B_5, L_5 und H_6, B_6 und L_6, die vor dem Knochenkerne lagernde Zone z im Verhältnisse gegen früher schmäler geworden, und im Sacralwirbel K_6 finden wir das Auftreten eines zweiten, vorderen Knochenkernes (R), das Analogon der Rippe. Es mag gleich hier erwähnt werden, dass der zweite und dritte Sacralwirbel sich ähnlich bilden wie der erste Kreuzwirbel nur findet das Auftreten des vorderen Knochenkernes (Rippe) sich manchmal auf einen späteren Zeitpunkt verlegt. In dem vierten und fünften Kreuzwirbel entwickelt sich in dem Processus lateralis nur ein Knochenpunkt und die weitere Entwicklung dieser Wirbel weist den gleichen Fortgang auf, wie wir ihn bei den Lendenwirbeln gesehen haben, nur mit dem Unterschiede, dass der Processus lateralis der Kreuzwirbel nicht schmächtiger im Verhältnisse zum Körper im Laufe der Entwicklung wird, sondern dieselbe Sagittaldicke beibehält, die der Körper aufweist. Durch die successive Ausdehnung des einen Knochenkernes, wird in dem Processus lateralis des Kreuzwirbels die knorpelige Grundlage immer mehr und mehr verdrängt, bis sie schliesslich nur mehr eine vordere Randbekleidung des Knochenkernes ist, welche späterhin aber auch schwindet, so dass der Knochen zu Tage tritt, bis im weiteren Verlaufe derselbe lateralwärts ebenfalls durchbricht.

An manchen Präparaten von anderen Wirbelsäulen herrührend, fand ich ziemlich oft, dass der vordere Knochenkern des dritten Sacralwirbels nicht zur Entwicklung kommt und die ganze Massa lateralis von einem Knochenpunkt aus sich aufbaut.

8., 9. und 10. die Figuren H_7, B_7, L_7, K_7 auf Taf. II sind Zeichnungen von Präparaten einer 120 Mm, langen, und H_8, B_8, L_8 K_8 auf Taf. III einer 140 Mm. langen Wirbelsäule. Bei den letzten Abbildungen gewahrt man, wie die in den vorhergehenden Halswirbel H_7, Brustwirbel B_7 die noch vorhandene knorpelige Zone (z) den hinteren Rand des Foramen transversarium,

respective costotransversarium erreicht hat, so dass der lateralswärts übrig bleibende Knorpel t_1 namentlich beim Brustwirbel B_8 als ein stumpfer, kegelförmiger Aufsatz auf den bereits stark entwickelten Knochenkern erscheint, welcher in einem späteren Stadium der Entwicklung B_9, Taf. III (Wirbelsäule 175 Mm. lang) noch deutlicher zu Tage tritt. In den weiteren Entwicklungsvorgängen H_9, B_9, L_9 und K_9 auf Taf. III bemerken wir wie der Knochenkern O enorm gewachsen ist, und wie derselbe den vorderen und hinteren Antheil des Wirbelbogens (der Autoren) in die Ossification einbezieht und wie namentlich beim Brustwirbel B_9 und Lendenwirbel L_9 es ungemein klar und schön zu sehen ist, dass der Knochenkern lateralwärts einen stumpfen Fortsatz t_2 aussendet, welcher als Aufsatz den früher erwähnten knorpeligen Processus transversus t_1 trägt.

Der stumpfe, knöcherne Fortsatz t_2 wird nunmehr der eigentliche Processus transversus (osseus) und der Processus transversus cartilagineus t_1 erscheint nun als nichts Anderes, als die Epiphyse des eigentlichen Processus transversus; so dass wir jetzt für den Ausdruck Processus transversus cartilagineus substituiren den Namen Epiphysis transversa. Der eigentliche Processus transversus (osseus) hat bei allen Wirbeln die gleiche genetische Bedeutung.

Am Lendenwirbel L_8 finden wir die vor dem Knochenkerne liegende Zone (z) sehr schmal geworden und in Figur L_9 dieselbe geschwunden, so dass uns in dieser letzteren Abbildung des Processus transversus cartilagineus lumb. ebenfalls als eine Epiphyse des vom Knochenkerne lateral ausgesendeten knöchernen Processus transversus (t_2) erscheint.

Ähnliche Vorgänge finden an den Halswirbeln H_8 und H_9 statt, nur mit dem Unterschiede, dass die Epiphyse t_1 des eigentlichen Processus transversus (t_2) noch mit der vorderen knorpeligen Spange (Rippe) in Zusammenhang gebracht ist.

Die beginnende Ossification dieser vorderen Spange tritt unregelmässig auf und ist an Wirbelsäulen von 200 Mm. Länge gewöhnlich schon deutlich angelegt, öfters auch ziemlich ausgebildet.

Der Processus transversus der Autoren besteht sonach, den Entwicklungsvorgängen entsprechend, aus

zwei Theilen, dem Processus tranversus osseus, der seitliche Anwuchs des im Processus lateralis ruhenden ursprünglichen Knochenkernes und dessen knorpeligen Aufsatze, dem Processus transversus cartilagineus sive Epiphysis transversa, ein Rest der knorpeligen Grundlage des ganzen Wirbels.

Der Processus transversus osseus hat an allen Wirbeln die gleiche Bedeutung; während die Epiphysis tranversa (t_1) an den Lendenwirbeln genetisch vielleicht die rudimentären Elemente einer Rippe in sich schliesst, da ja die Epiphysis transversa aus jener knorpeligen Grundlage hervorgegangen ist, aus der sich beim Hals- und Brustwirbel die Rippe differenzirt, während es bei den Lendenwirbeln zu einer solchen Differenzirung nicht kommt. Jedenfalls aber liegt der Gedanke, nach den Entwicklungsbildern, viel näher, dass im Grossen und Ganzen die Epiphysis transversa lumbalis ziemlich gleichwerthig ist, einer Epiphysis transversa eines Brustwirbels.

Der Kreuzwirbel K_9 hat seinen vorderen Knochenpunkt mehr entwickelt und die folgenden Stadien bestehen darin, dass der vordere Knochenkern wie bei Figur 2, *R* auf Taf. III die vor ihm lagernde Knorpelzone durchbricht, lateralswärts aber auch vom Knorpel *l* überzogen bleibt, der weiterhin die knorpelige Superficies auricularis darstellt und zur Verbindung mit dem Darmbeine dient und bis ins späte Alter sich erhält. (Das Gleiche gilt für die Entwicklung des zweiten und theilweise auch für den dritten Sacralwirbel; für letzteren nur theilweise, da er sich nicht ganz mit seinem Seitentheile mit dem Darmbeine verbindet. Beim vierten und fünften Sacralwirbel schwindet der Knorpel lateralwärts gänzlich.)

Zufolge des Entwicklungsvorganges haben wir, wie auch aus den Untersuchungen von C. Gegenbaur hervorgeht, den vorderen Knochenkern im Sacralwirbel als Sacralrippe aufzufassen und das laterale Ende dieser geht die Verbindung mit dem Darmbeine ein.

In der gegebenen Entwicklungsreihe konnten wir aber auch wahrnehmen die Entstehung des Körpers der Wirbel, wir konnten das Wachsthum des Knochenkernes um die Chorda dorsalis herum bis zu den letzten Bildern, die uns die Wirbelsäule von 175 Mm. Länge lieferte, verfolgen und konnten betrachten, wie

der Körper des Wirbels wie z. B. bei Figur L_9 vom Bogen noch durch Knorpel (i) getrennt ist. Die Verschmelzung des Knochenkernes im Körper des Wirbels mit den in den Bögen vorhandenen ist erst einer späteren Periode vorbehalten. So finden wir die Bögen am Körper noch geschieden bei Wirbeln, die von einem halbjährigen Kinde stammen, wie bei Figur 1 und 2 auf Taf. III.

Die Processus articularis descendentes und ascendentes sind nichts Anderes als obere und untere Auswüchse des im Bogen ruhenden Knochenkernes, sind vom Knorpel überzogen und verhalten sich in ihrer Entwicklung in ganz gleicher Weise, wie die Processus transversi.

Ich habe früher angegeben und die Abbildung Figur L_9 lehrt es auch, wie die Epiphyse t_1 des knöchernen Processus transversus (t_2) des Lendenwirbels in dem Stadium, wo die Wirbelsäule eine Länge von 175 Mm. aufweist, sich von der knorpeligen Grundlage des Wirbels losgelöst hat, id est, wie sie durch Schwund der knorpeligen Zone (z), die in Figur L_8 noch als ein schmaler Streifen vorhanden war, erst selbstständig hingestellt wurde und wie sie nun erst den Charakter einer Epiphyse erhalten hat. Auf dieses Bezug nehmend, muss ich aber bemerken, dass der Schwund der knorpeligen Zone (Figur L_8 z) nicht alle Lendenwirbel gleichzeitig befällt und ferners, dass im Zeitpunkte des eintretenden Schwundes Varianten vorkommen. Gewöhnlich sah ich, dass der erste Lendenwirbel auch der erste war, welcher sich der betreffenden Knorpelzone entledigte, und dass in den weiteren Epochen immer der nächstfolgende Wirbel an die Reihe kam, in der Art, dass einige Monate (öfters früher) nach der Geburt, die Knorpelzone des letzten Wirbels schwindet. Bei einer Wirbelsäule von 175 Mm. finden wir z. B. den ersten Lendenwirbel von der betreffenden Zone entblösst, während an Fällen in einem Zeitpunkte nach der Geburt, nur die Knorpelzone der vier ersten Lendenwirbel complet geschwunden, die der letzten aber noch erhalten ist.

Wie erwähnt, tritt also dieser Schwund ungleichmässig und ungleichzeitig auf. Manches Mal sind vor der Geburt die benachbarten Knorpelzonen aller Lendenwirbel schon geschwunden, manchmal tritt aber eine Verzögerung ein, wie bei Figur 1, einem fünften Lendenwirbel eines halbjährigen Kindes, wo noch die

Knorpelzone (z) in Form eines, wenn auch sehr dünnen Belages auf dem Bogen anzutreffen ist.

Rücksichtlich des Vorganges des Schwindens dieser entsprechenden Knorpelzone an den Brustwirbeln mag dasselbe gelten, nur ist der vorschreitende Process und die Vollendung desselben auf einen früheren Zeitpunkt zu verlegen.

Wenn wir die Entwicklung des knöchernen Processus transversus resumiren, so finden wir, dass er an allen Wirbeln vorkommt, an allen die gleiche Bedeutung aufweist; er ist nichts Anderes als ein lateral entsendeter stumpfer Fortsatz (Fig. L_9 t_2) des im ursprünglichen Processus lateralis hinten aufgetauchten Knochenkernes, welcher durch sein Wachsthum die Grundlage des knöchernen Bogens eben bildet und dieser knöcherne Fortsatz des Knochenkernes an Bogen trägt bei kindlichen und jugendlichen Individuen an jener Spitze einen knorpeligen Überzug, nunmehr Epiphysis transversa, die hervorgegangen oder ein Rudiment ist der knorpeligen Grundlage des Wirbels, ebenso wie der bei jüngeren Individuen noch vorhandene Knorpel zwischen Wirbelkörper und Bogen nichts Anderes als ein Rest dieser Grundlage ist.

Der knöcherne Processus transversus erscheint bei kindlichen Individuen nur als ein kleiner Höcker (Fig. 1 t_2), auf welchem eine knorpelige Epiphyse (t_1) aufruht. Erst weiterhin wächst die Knochenprotuberanz und die Epiphyse, in welch letzterer ein neuer Knochenkern auftritt, welcher um die Zeit der Pubertät mit dem schon vorhandenen knöchernen Processus transversus verschmilzt, und die Epiphyse ist es, deren Entwicklung die Länge des totalen Processus transversus feststellt. Und erst secundär treten an diesem (wie auch an den Gelenksfortsätzen) Höcker auf, dienend zum Ansatze der Muskeln, welche Höcker also bedeutungslose Muskelhöcker sind, sich aber erst später, namentlich durch den Gebrauch der Muskeln weiter ausbilden, wie wir dies ja auch an anderen Knochen des menschlichen Körpers in eclatanter Weise sehen können; diese Muskelhöcker am ausgebildeten Wirbel dürfen nie und nimmer herbeigezogen werden, um Vergleiche zwischen den Fortsätzen der einzelnen Wirbel anzustellen.

Wie richtig die von mir angegebene Entwicklung der Querfortsätze ist, mögen zwei im Wiener anatomischen Museum sich vorfindliche Fälle demonstriren.

Der eine Fall betrifft den ersten Lendenwirbel eines im mittleren Lebensalter gestandenen männlichen Individuums, allwo der erste Lendenwirbel auf der rechten Seite den Querfortsatz wie gewöhnlich zeigt, linkerseits aber wie die (auf Taf. III) Fig. 3 und 4 zeigten, der Querfortsatz mit dem Bogen des Wirbels gelenkig verbunden ist. Der Bogen trägt seinen Querfortsatz, Fig. 4 t_2, wie wir ihn als kurzen Höcker bei Fig. 1 t_2 oder L_9 t_2 gesehen haben; und die als eigentlicher Querfortsatz der Autoren mit dem Wirbel gelenkig verbundene Knochenspange (Fig. 3 t_1) ist eben nichts Anderes als die entwickelte Epiphysis transversa, wie wir sie bei Fig. 1 t_1 oder L_9 t_1 gesehen haben. Anstatt knöchern sich zu verbinden, geschah die Verbindung durch ein Gelenk.[1]

Einen solch ähnlichen Fall, der von Rosenberg beobachtet wurde, erfährt von ihm die Deutung, dass diese Epiphysis transversa eine dislocirte Rippe sei; darüber wird späterhin referirt werden.

An einem andern im Wiener Museum vorfindlichen Falle ist zu ersehen, dass der 20. Wirbel sich ganz ähnlich verhält, wie es die Fig. 3 und 4 demonstriren, nur ist dieses beiderseits der Fall, dass die Epiphysis transversa, ein knöchernes Stäbchen, gelenkig verbunden ist. Dabei findet noch das interessante Verhalten statt, dass auch der 19. Wirbel, der Träger der 12. Rippe, deren jede 100 Mm. lang ist, seine Epiphysis transversa gelenkig angesetzt hat; dasselbe findet sich rechts auch am 18. Wirbel vor. Auf den ersten Anblick glaubt man zwei hinter einander liegende Rippen vor sich zu haben.

---

[1] Hieher gehören auch die Fälle, wie sie von Flesch beschrieben wurden, und die in gleicher Weise zu deuten sind. (Varitäten-Beobachtungen aus dem Präparirsaale zu Würzburg in den Wintersemestern 1875/76 bis 1877/78.)

Eine Bestätigung liefern die Fälle von Cunningham (The mamillary and accessory processes as persistent epiphyses. Journ. of Anat. and Physiol. Vol. XII, p. 85—90. Referat im Jahresber. von Hofmann und Schwalbe für 1877 p. 166).

Das Innsbrucker Museum bewahrt einen ähnlichen Fall wie Fig. 3 und 4. Der Fall erregt dadurch Interesse, da die Epiphyse 35 Mm. lang ist und auf den ersten Anblick eine Rippe vortäuscht.

Hieher ist auch der Fall von überzähligen Rippen anzureihen, welchen wir den Untersuchungen Gruber's[1] verdanken. Der geschätzte Anatom fand an einem männlichen Thorax (12 bis 14 Jahr altes Individuum), nebst anderen Abnormitäten links eine rudimentäre überzählige, also 13. Rippe. Diese fand sich im zweiten Zwischenrippenraume als ein fluctuirendes Stäbchen vor. Das Rippchen zeigt sich am unteren Umfange der Spitze des Querfortsatzes des zweiten Brustwirbels, gleich unterhalb der Gelenkskapsel zwischen dem Processus transversus und dem Tuberculum costae sehr frei beweglich eingelenkt. Dieselbe ist nach meinen Ergebnissen die Epiphysis transversa; nebenbei hatte sich aber auch der Processus transversus osseus stark entwickelt, so dass dieser allein als Processus transversus imponirte.

Die Entwicklungsgeschichte lehrt uns auch verstehen, das Auftreten einer 13. Rippe und darüber hinaus, sie lehrt uns verstehen die abnorme Entwicklung des letzten Lendenwirbels, betrachtet als Assimilation desselben an das Kreuzbein und ebenso die unilaterale, vollständige Entwicklung der Massa lateralis des ersten Kreuzwirbels. Sie lehrt uns erkennen andere Arten an Anomalien, die an den Wirbeln auftreten.

Die supernumeräre Rippe kann an den Hals- und Lendenwirbeln vorkommen. Dass die sogenannte Halsrippe nichts Anderes ist, als die losgelöste und besonders entwickelte vordere Spange der Massa lateralis des Halswirbels, und dass sie genetisch einer Rippe entspricht, ist aus dem Vorhergehenden ebenso deutlich zu ersehen, als dies auch schon früher hinlänglich bewiesen war und allgemein anerkannt ist.

Die supernumeräre Rippe der Lendenwirbel ist einfach daraus zu erklären, dass in der ursprünglichen Anlage des Processus lateralis des Lendenwirbels (Fig. L_1 l) die Elemente einer Rippe vorhanden sind; wenn die vordere Partie dieses Processus lateralis, eben die Rippenanlage (Fig. L_1 z; Fig. L_2 z; Fig. L_3 z u. s. w.) anstatt, wie es aus der fortlaufenden Reihe der Abbildungen zu ersehen ist, zu Grunde zu gehen, sich entwickeln würde, wie ähnlich dies am Kreuzwirbel sichtbar ist, und wenn dann diese sich ausbildende Rippenanlage durch Continuitätstrennung frei

[1] Neue Anomalien als Beiträge zur physiol., chirurg. und path. Anat. Berlin 1849; S. 8.

hingestellt wird, so trägt der Lendenwirbel seine Rippe ebenso, wie sie der Brust- und Halswirbel aufweisen. Dieser Sachverhalt ist so klar, dass ich glaube es unnöthig ist, darüber mehr Worte zu sprechen.

Wenn am letzten Lendenwirbel, die Rippenanlage im Processus lateralis zur Entwicklung gelangt, aber keine Discontinuitätstrennung auftritt, id est Fig. *L* sich in der gleichen Weise entwickelt als Fig. *K*, der erste Kreuzwirbel, so resultirt, dass der letzte Lendenwirbel, je nachdem diese für ihn excessive Bildung auf einer Seite oder auf beiden aufgetreten ist, die Charaktere eines Kreuzwirbels enthält, id est, dass er demselben assimilirt ist bilateral oder unilateral; der Lendenwirbel hat seine Urform aus der er hervorgegangen ist, im Laufe der Entwicklung beibehalten. Da aber die Urform ganz ähnlich der des Sacralwirbels ist, so muss bei solcher Entwicklung der letzte Lendenwirbel nothwendiger Weise sacrale Beschaffenheit oder Form zeigen. Dass man öfters die Massa lateralis des Kreuz- und Lendenwirbels mit einander verwachsen antrifft, erklärt sich wohl daraus, dass ja alle Wirbel aus einer ursprünglichen continuirlichen Masse hervorgegangen sind und es in jenem Theile in diesem Falle zu keiner durchgreifenden Segmentirung gekommen ist, oder secundäre Verwachsungen auftreten.

Die lumbare Form des ersten Kreuzwirbels unilateral oder bilateral, erklärt sich aus der Annäherung des ersten Kreuzwirbels im Entwicklungsvorgange an dem der Lendenwirbel; wenn die vordere Zone des Processus lateralis, Fig. K_1 *z*, nicht zur vollen Ausbildung kommt, wie wir dies bei den Lendenwirbeln normaliter antreffen, so muss ja nothwendiger Weise der Sacralwirbel vollständig die Form der Lendenwirbel im Laufe der Entwicklung und im fertigen Zustande erhalten, und dies entweder auf einer Seite oder auf beiden. Wir finden bei den sacralen Formen der Lendenwirbel und den lumbalen der Kreuzwirbel, auch nebenbei bemerkt, die stufenweisen Übergänge.

Die Defecte der Rippen, so das Fehlen der 12., findet seine Ursache, in dem zu Grundegehen der Rippenanlage, in gleicher Weise, wie wir auch an Halswirbeln die vordere Spange des Foramen transversarium in vielen Fällen rudimentär und öfters vollständig fehlend antreffen.

Die rippenartigen Anhänge können an den Brust- und Lendenwirbeln auftreten; sie sind nichts Anderes als wie bereits früher erwähnt wurde, die gelenkig verbundenen Epiphyses transversae der von dem im ehemaligen Processus lat. ruhenden Knochenkerne seitlich ausgesendeten Processus transversi ossei; sie wurden in der Entwicklung als selbstständige Gebilde hingestellt. Diese Epiphyses transversae (Fig. 3 t_1) können nie mit dem Körper des Wirbels in Verbindung treten, sondern müssen immer an jener Stelle an den Wirbel gebunden sein, wo der Processus transversus osseus, Fig. 4 t_2 (Fig. 1 t_2) entsendet wird.

Und diese Epiphysis transversa kann wieder nur rudimentär (unilateral oder bilateral) entwickelt sein, wie wir dies relativ häufig an dem vorletzten und letzten Brust- und ersten Lendenwirbel gewahren, wo sie als ein unansehnlicher Höcker erscheint, aber immer abtretend an der Vereinigungsstelle der vorderen und hinteren Bogenhälfte (Fig. 4 β und b, Fig. 1 β und b), von wo auch die auf- und absteigenden Gelenksfortsätze entspringen.

Und schliesslich kann ja auch die Epiphysis transversa in der Entwicklung vollständig zu Grunde gehen und wir treffen an jener oberwähnten Stelle des Bogens nur das Höckerchen des Processus transversus osseus an.

Die rudimentäre Entwicklung des Processus transversus autor. (Processus transversus osseus, verbunden mit der rudimentären Epiphysis transversa) treffen wir am letzten Brust-, und auch am vorletzten so häufig, dass wir dasselbe als Norm hingestellt finden.

Einschalten will ich noch, dass die Lendenwirbel, also wahre Rippen, als auch rippenartige Anhänge (Epiphyses transversae) zur Entwicklung bringen können und beides wohl zu unterscheiden ist.

Eine richtige Deutung aber bezüglich des Processus transversi (aut.) der Lendenwirbel hat H. Meyer [1] gegeben, allein betrachtend die Formen der erwachsenen Wirbel. Er sagt: „An dem zwölften Brustwirbel findet man den Processus transversus durch drei Höckerchen ausgezeichnet. Ein Tuberculum superius

[1] Archiv für Anat. und Physiol. Jahrgang 1877. Anatom. Abth., S. 271.

und ein Tuberculum inferius bilden das obere und das untere Ende der gerundeten Kante, mit welcher der Processus transversus endet; — und ein Tuberculum anterius liegt vor dem Tuberculum inferius an der untern Seite des Processus transversus unterhalb der Rippe.

Weiter nach oben gehend, sieht man diese Tubercula undeutlicher werden und namentlich wird das Tuberculum anterius bald zu einer schwachen, rauhen Leiste. — Hat man ein günstiges Object, so erscheint das Tuberculum anterius des zwölften, und etwa auch noch des elften Brustwirbels als ein kleiner Dorn (spina).

Weiter hinunter gehend, erkennt man dann leicht, wie an den Lendenwirbeln das tuberculum superius zum Processus mammillaris wird, das Tub. inferius zum Processus transversus accessorius und das Tuberculum anterius zum Processus „costarius". — Diese drei Processus sind also zusammen als Vertreter des Processus transversus anzusehen, wie er sich an der Brustwirbelsäule den Rippen gegenüber stellt.

Rosenberg (l. c. S. 89) fand, wenn ich die etwas complicirte Eintheilung des Materiales seiner Embryonen richtig deute, unter 13 Embryonen bei dreien, an dem 20. Wirbel der Reihe, von oben nach unten gezählt, ein 13. Rippenpaar in der Form eines beiderseits vorhandenen, ventralwärts leicht gekrümmten, stabförmigen Knorpelstückes, welches mit seiner dorsalen Fläche dem kurzen, aber deutlichen, horizontal und senkrecht zur Medianebene gestellten Querfortsatz anlagert und mit seinem vertebralen Ende dem Bogen nahe der Grenze desselben gegen den Wirbelkörper aufsitzt. Ausser diesen die Rippennatur des in Rede stehenden Skeletttheils deutlich bekundenden Beziehungen, wird auch die Stellung der Längsaxe desselben erwähnt, welche der 12. Rippe fast parallel steht, mit der Längsaxe der Querfortsätze der folgenden Wirbel jedoch eine für eine Rippe charakteristische Winkelstellung einhält. Der Befund an einem Embryo, wo das am 20. Wirbel befindliche Rippenpaar nach seiner Meinung offenbar eben erst angelegt war, wegen der Kürze der betreffenden Rippen und des Bestehens derselben aus noch intercellularsubstanzarmem Knorpelgewebe, der Befund ferner, dass an den anderen untersuchten Embryonen früherer Stadien sich

hinsichtlich der Existenz eines Rippenpaares am 20. Wirbel ein negativer Befund ergab, während die übrigen Rippen sämmtlich bereits vorhanden waren, führte Rosenberg zu dem Schlusse, dass das 13. Rippenpaar später angelegt wird als das 12.

Rosenberg (l. c. S. 90) schliesst nun daraus: „Die aufgeführten Beobachtungen, die den späteren ersten Lendenwirbel in der Form eines 13. Brustwirbels aufweisen und die Existenz eines Rippenpaares, das später einer Reduction unterliegt, constatiren für eine Zeit, in welcher Thoraxbewegungen nicht gemacht werden, die Unmöglichkeit einer functionellen Verwendung also zweifellos ist, und dieser Verhältnisse wegen nur in dem Sinne zu deuten, dass sie einen Beleg für eine Descendenz von einer Form bieten, die am 20. Wirbel im entwickelten Zustande constant ein Rippenpaar trug; die Constanz, mit der dieses Rippenpaar beim menschlichen Embyro noch angelegt wird, könnte, wenn auch nicht mit Bestimmtheit, als ein Hinweis darauf angesehen werden, dass der Zustand, in dem der 20. Wirbel eine Beschaffenheit hatte, wie sie bei den Vertretern zweier Genera jetzt lebender Anthropoiden mit fortbesteht, erst seit relativ kurzer Zeit verlassen worden ist.

Dieser Schluss ist meines Erachtens nicht gerechtfertigt, aus dem Grunde, weil er auf gefehlten Prämissen basirt. Zuerst muss ich entschieden die Behauptung zurückweisen, dass beim Menschen mit Constanz ein 13. Rippenpaar angelegt wird. Die Untersuchung von menschlichen Embryonen, die eine Länge der Wirbelsäule von 20—30 Mm., gemessen vom Atlas bis zum letzten Steisswirbel, aufwiesen, ferner die von menschlichen Embryonen, mit einer Länge der Wirbelsäule von 30—45 Mm., ergaben Bezug nehmend auf die Existenz eines 13. Rippenpaares, ein vollständig negatives Resultat, während nur ein Embryo mit einer Länge der Wirbelsäule von 20 Mm. ein 13. Rippenpaar aufwies. Aus diesem einen Falle darf ich doch nicht auf die Gesammtheit Bezug nehmen. Dieser Embryo hätte, wenn er eben zur vollständigen Entwicklung gekommen wäre, einen solch anormalen Fall von 13 Rippenpaaren gegeben, wie solche Fälle in den meisten Museen angetroffen werden können. Ebenso habe ich kein Recht, den Schwund dieses Rippenpaares, bei einer

eventuellen weiteren Entwicklung anzunehmen; denn ich könnte ja dann sofort fragen, woher rühren überhaupt Anomalien mit den 13 Rippenpaaren; diese müssen doch gewiss auch embryonal angelegt sein. Ferners hat weder Rosenberg für seine Embryonen mit 13 Rippenpaaren, noch ich mit meinem Falle auch nur die geringste Garantie, dass dieses 13. Rippenpaar im weiteren Laufe der Entwicklung geschwunden wäre.

Auch Rosenberg konnte nicht bei allen seinen Embryonen die Existenz eines 13. Rippenpaares nachweisen; freilich ist diesem für seine Theorie ungünstigen Umstande leicht abzuhelfen, wenn man, wie Rosenberg annimmt, dass in gewissen früheren embryonalen Stadien das 13. Rippenpaar noch nicht angelegt ist. Es ist gar keine Berechtigung, dieses anzunehmen, weil ja gar kein Grund vorliegt, dass die Anlage des 13. Rippenpaares später erfolgen müsse, als die der übrigen Paare. Und ebenso könnte man in späteren Stadien sagen, wie dies auch Rosenberg thut, das 13. Rippenpaar war vorhanden, sei aber schon der Reduction anheim gefallen.

Aus dem früher Gesagten war ersichtlich, dass ursprünglich von jedem Wirbelkörper eine seitliche Masse ausstrahlt, Processus lateralis, welche anfangs nahezu denselben sagittalen Durchmesser aufweist, welchen der dazu gehörige Wirbelkörper besitzt; entsteht aus der Grundlage eines solchen Wirbels eine Vertebra colli, so tritt an einer bestimmten Stelle dieses Processus lateralis, nahe dem lateralen Ende eine Dehiscenz der dort befindlichen Zellen auf, um das Foramen transversarium des Halswirbels zu formiren; soll aus der Grundlage des Wirbels ein Brustwirbel geschaffen werden, so gliedert sich der Processus lateralis in ein vorderes frontales (Rippe) und in ein hinteres frontales (Querfortsatz) Stück. An den Lendenwirbeln wird man diese Vorgänge nicht beobachten können, sondern in der weiteren Entwicklung des Embryo wird der ganze Processus lateralis im Sagittaldurchmesser durch Reduction der Substanz einfach geringer. Nach Rosenberg's Ansicht entsteht aus diesem Processus lateralis durch eine frontale Gliederung die Rippe, was ich, insoferne sie die Ursache der vorkommenden Varietäten ist, vollkommen bestätige; aber dass diese 13. Rippe mit Constanz angelegt werde, wie Rosenberg behauptet, um später wieder der

Reduction anheimzufallen, dieser Behauptung muss ich entschieden nach meinen Ergebnissen, die früher des Näheren skizzirt wurden, entgegen treten. Und wenn Rosenberg angibt, dass er ein embryonales Stadium beobachten konnte (Embryo III, 1), in welchem das 13. Rippenpaar eben erst angelegt schien, und daraus schliesst, dass diese Rippen noch sehr kurz waren und aus intercellularsubstanzarmem Knorpelgewebe bestanden, so ist dies wohl eine sehr schwacher Beweis meiner Ansicht nach. Wenn eine 13. Rippe an einem Skelette vorhanden ist, so ist sie gewöhnlich ziemlich kurz und dementsprechend wird auch die Anlage derselben ihrer späteren Längendimensionen halber kurz oder gering ausfallen müssen. Auch die Behauptung, dass die frische Anlage einer Rippe an dem intercellularsubstanzarmen Knorpel erkannt werden kann, möchte ich nicht für richtig hatten. Ich fand in dem früher erwähnten Falle den Embryo von 20 Mm. Wirbelsäulenlänge mit einen 13. Rippenpaar, dieses letztere minimal kurz, aber im mikroskopischen Baue nicht im Geringsten verschieden von den benachbarten Rippenanlagen.

Dass in allen Lendenwirbeln aber nicht nur im ersten ursprünglich insoferne als sie am Prosessus lateralis des Lendenwirbels zur Entwicklung kommen kann, die Anlage einer Rippe vorhanden ist, bestätige ich vollkommen und stimme Rosenberg[1] bei, wenn er sagt, dass in den primären Stadien der Entwicklung der sogenannte Querfortsatz des als erster Lendenwirbel erscheinenden 20. Wirbels der entwickelten Wirbelsäule nicht homodynam ist den Querfortsätzen der Brustwirbel, da er aus einem solchen Fortsatze und einer mit ihm verschmelzenden reducirten (ich sage, verschmolzenen nicht zur Entwicklung gekommenen) Rippe entsteht und zwar unter vorwiegender (die Beziehung zum Lig. lumbocostale weist darauf hin) Ausbildung des costalen Elementes; der dem Querfortsatze der Brustwirbel entsprechende Antheil liegt im dorsalen Theil der Basis des sogenannten Querfortsatzes des ersten Lendenwirbels, für welchen unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse eine andere Bezeichnung nöthig werden dürfte, man könnte auf ihn die Bezeichnung Seitenfortsatz anwenden.

[1] L. c. S. 92.

Ich habe aus diesen Gründen und andern aus der Abhandlung ersichtlichen, den von Rosenberg gewählten Ausdruck, wie zu ersehen war, adoptirt.

Ich habe schon früher (Seite 19) erwähnt, dass gelegentlich die Epiphysis transversa nicht mit dem Processus transversus osseus verwächst, sondern, dass sie mit dem niedrigen Höckerchen des Processus transversus osseus in gelenkige Verbindung tritt, und dann einen rippenartigen Anhang bildet und eine Rippe vortäuschen kann; vide Fig. 3 und 4, welcher Fall (erster Lendenwirbel) diese Anomalie, auf der linken Seite zeigt, während auf der rechten Seite des Processus transversus (der Autoren) sich in der Weise manifestirte, als wenn auf der linken Seite die mit dem kurzen Stumpf des Processus transversus osseus (Fig. 4) gelenkig verbundene Epiphysis transversa (Fig. 3) mit ihm solide verbunden wäre. Ich habe auch früher erwähnt, dass die gelenkige Fläche des Processus transversus nicht die Bedeutung einer Fossula costalis des Wirbelkörpers besitzt; entsprechend dem Entwicklungsvorgange, da sie aufsitzt, auf dem Processus transversus osseus, dem lateralen Fortsatze des Knochenkernes im ehemaligen Processus lateralis.

Rosenberg[1] deutet nun aber solche Fälle anders. Er hält die Epiphysis transversa (Fig. 3) für eine rudimentäre Rippe des ersten Lendenwirbels, als ein atavistisches Zeichen und nimmt sie als Beweis an für die stattfindende Umformung der Wirbel.

Er sagt: „Die Existenz eines Rippenpaares am 20. Wirbel (id est erster Lendenwirbel) ist häufig als Varietät angeführt worden, dass durch dieselbe ein atavistisches Verhalten des betreffenden Theiles der Wirbelsäule bekundet wird, kann um so weniger einem Zweifel unterliegen, als auch abgesehen von der Rippe, der Wirbel selbst Zustände zeigt, welche die allmälige Unformung desselben aus einem letzten Brustwirbel in einen ersten Lendenwirbel illustriren. Was zunächst die Rippe anbelangt, so besitzt dieselbe, wie dies bei einem rudimentär werdenden Skeletttheil nicht anders erwartet werden kann, eine beträchtliche Variationsbreite, die sich in Betreff der Länge im sehr auffälligen Masse zeigt. An sieben, mir vorliegenden Wirbelsäulen, die das in Rede stehende atavistische Verhalten aufweisen,

[1] L. c. S. 92.

also an einem relativ sehr geringfügigen Materiale, schwankt die Länge der Rippe zwischen 14 Ctm. und 1·3 Ctm. und es lässt sich aus den verschiedenen Rippen eine Reihe formiren, die deutlich die allmälige Verkürzung bezeugt. Dass dieselbe vorherrschend, das ventrale Ende betrifft ist selbstverständlich, sie zeigt sich aber auch beim vertebralen Ende. Auch wo die Rippe noch am meisten das primitive Verhalten bewahrt hat, ist das Tuberculum zu einem niedrigen Höcker reducirt, welcher durch Bandmasse mit dem ebenfalls kleinen Querfortsatz verbunden ist, das Collum noch fast 1 Ctm. lang und das Capitulum mit gut erhaltener Gelenksfläche versehen. Hält man sich bei der Vergleichung der verschiedenen Exemplare an das meist noch sichtbare Rudiment des Tuberculum, so kann eine allmälige Verkürzung des vertebralen Endes constatirt werden, mit der selbstverständlich auch eine Dislocation der Fossa costalis verbunden ist, die in einem Falle noch dem Rande der proximalen Endfläche des Wirbelkörpers ganz nahe liegt, dann aber von diesem Rande wegrückt und auf den Bogenhals übergeht, was es verstehen lässt, dass sie sich in extremen Fällen auf dem Querfortsatz vorfindet. So findet sich in einem Falle die Rippe in der Form eines kleinen Plättchens, welches mit einer am vertebralen Ende seiner dorsalen Fläche gelegenen kleinen Gelenksfläche einer ähnlich gestalteten Gelenksfläche aufruht, welche an der ventralen Fläche des niedrigen Querfortsatzes gelegen ist und bis an die Spitze desselben reicht; hier wird somit eine Articulatio costo-transversalis vorgetäuscht, die desshalb nicht factisch vorliegen kann, weil die Fossa transversalis und die Tuberculargelenkfläche als längst rückgebildet betrachtet werden müssen. Die reducirteste unter den beobachteten Rippen sitzt nur der ventralwärts schräg abgestutzten Spitze des Querfortsatzes, mit derselben ein Gelenk bildend, auf. An der anderen (linken) Seite desselben Wirbels findet sich keine Rippe, dagegen ein Querfortsatz, der nur wenig kürzer ist, als der Querfortsatz der rechten Seite und die Rippe zusammengenommen und mit Bezugnahme auf den oben gegebenen embryologischen Nachweis als Seitenfortsatz zu betrachten ist."

Rosenberg sagt dann weiter, dass man als einen Übergangszustand jenen Fall anführen kann, in dem das kleine, plättchenförmige Rippenrudiment eine Gelenksverbindung bereits aufgegeben und nur durch Bandmassen an den Bogenhals und den niedrigen stumpfen Querfortsatz gefesselt ist.

Es erhellt aus dem Vorhergehenden, dass Rosenberg in der That solch einen Fall vor sich gehabt hat, welcher conform ist dem von mir beschriebenen Fall (Fig. 3 und 4).

Die Anschauungen und Folgerungen, die Rosenberg an diesem Falle aufstellt, stimmen mit meinen Untersuchungen nicht überein; was Rosenberg als rudimentäre Rippe ansieht (Fig. 4), ist der fortlaufenden Entwicklungsreihe zu Folge nichts Anderes als Epiphysis transversa, und sie articulirt mit dem, eine Gelenksfläche tragenden stumpfen Höckerchen, id est dem Processus transversus osseus, (wie wir ja oft finden und es auch nachgewiesen wurde, dass Epiphysen in gelenkige Verbindung treten können) und demzufolge ist die Gelenksfläche nie und nimmer als dislocirte Fossa costalis des Wirbelkörpers zu betrachten; und Beziehungen dieser Verhältnisse zum Atavismus können in keiner Weise in Betracht gezogen werden. Abgesehen davon, dass meine gegebene Erklärung des Sachverhaltes in voller Übereinstimmung sich befindet mit der Entwicklungsgeschichte, muss man doch zugeben, dass die Rosenberg'sche Ansicht von einer auftretenden Dislocation der Fossula costalis des Wirbelkörpers an und für sich schon höchst unwahrscheinlich ist. Wenn das vertebrale Ende der Rippe zu Grunde geht, so sollte doch auch das Capitulum zu Grunde gehen und ebenso die entsprechende Fossula costalis; warum tritt eine Dislocation in der letzteren auf? — Aus den, wie aus meinen Untersuchungen hervorgeht, gefehlten Resultaten folgert dieser Autor, dass der präsecrale Antheil der Wirbelsäule des Menschen vollkommen homolog sei, demselben Antheile der Wirbelsäule des Gorilla und Chimpanse. Er sagt:[1] „Dass beim Menschen fünf Lendenwirbel vorkommen, während beim Gorilla und Chimpanse vier bestehen, ist zwar nur eine scheinbare Verschiedenheit, da die Homologie des 13. Dorsalwirbels der letzteren Formen mit dem ersten Lumbalwirbel der Menschen sich auch

[1] S. 102.

aus der Entwicklung dieses Wirbels bestätigen liess, wobei für die Ableitung des Verhaltens der Lumbalregion des Menschen keine Schwierigkeit besteht, diese Region hat eine Vergrösserung auf Kosten der Dorsalregion erfahren.“ Es ist dies, meiner Ansicht nach, nicht richtig, da die gesetzte Prämisse eine gefehlte ist.

Rosenberg sucht nun aber auch das Verhalten der Dorsal- und Lumbalregion beim Orang und Hylobates anzuschliessen, bei welchem ersteren sich vier Lumbalwirbel finden, die auf 12 Dorsalwirbel folgen, während bei letzterem fünf Lumbalwirbel sich an 13 Dorsalwirbel reihen und er sagt, es entstehe nun die Frage, wie diese Verhältnisse bei den verschiedenen Formen auf einander zu beziehen sind, und dass hierüber zwei Auffassungen möglich sind, über deren grössere oder geringere Berechtigung a priori nicht wohl mit Sicherheit zu entscheiden sein dürfte.

Die eine Möglichkeit bestehe darin (S. 104), dass in Betreff des Menschen, aus einem (früher erörterten) leicht ersichtlichen Grunde, welcher zunächst nicht weiter in Betracht komme, in embryonalen Stadien desselben 25 präsacrale Wirbel zu finden und die Untersuchung hätte die Frage zu entscheiden, ob ein im entwickelten Zustande als selbstständiges Gebilde nicht vorhandener Präsacralwirbel angelegt werde, eventuell was das Schicksal desselben sei, ob er nach zeitweiliger Existenz reducirt werde, oder seine Sonderexistenz wenigstens dadurch verliere, dass er sich mit einem anderen Wirbel derart verbindet, dass im entwickelten Zustande die Zusammensetzung nicht erkannt werden kann. Dass, falls eine Reduction eines Wirbels stattfände, diese in der Lumbalregion zu Stande kommen würde, musste nach Rosenberg wahrscheinlich erscheinen bei der grossen Übereinstimmung, die die Wirbelsäulen der in Rede stehenden Formen in dem bis zum 19. Wirbel reichenden Abschnitte zeigen und dass die Reduction eines in unmittelbarer Nähe des Sacrums befindlichen Wirbels stattfinden könne, musste eine Beobachtung Vrolik's sehr nahe legen, welche zwischen dem vierten Lendenwirbel und dem ersten Sacralwirbel ein „noyau osseaux“ zeigt, der eine Schiefstellung des Lendenwirbels bedingt und den Vrolik für „une vertèbre sacrale incomplète“ hält, für welches Gebilde nach Rosenberg aber wohl viel eher die Auffassung gelten dürfe, dass er einen reducirten Lumbalwirbel darstelle.

Die zweite Möglichkeit der in Rede stehenden Verhältnisse resultirt nach Rosenberg (S. 105) aus der Existenz von Übergangsformen zwischen Lumbal- und Sacralwirbeln und er sagt, S. 107, dass nach den von ihm gegebenen, näher erörterten Voraussetzungen der 25. bei Hylobates in der Form eines fünften Lendenwirbels vorliegende Wirbel dem zweiten Sacralwirbel beim Orang und dem ersten Sacralwirbel der drei anderen Formen homolog zu setzen sei; da aber nur für die Umbildung eines Lendenwirbels in die sacrale Form und nicht für das Umgekehrte unzweideutige Beobachtungen angeführt werden können, so muss wiederum Hylobates als Repräsentant des primitiven Zustandes angesehen werden. Bei dieser Auffassung musste für den Menschen der embryologische Nachweis verlangt werden, dass der 25. Wirbel sich später mit dem 26. zum Sacrum verbindet, als dieser mit dem 27. und dass auch die Verbindung des 28. und 29. Wirbels unter einander und mit dem 27. als die frühere sich erweise, war desshalb vorauszusetzen, weil ihre Homologa bei Hylobates bereits sacrale Beschaffenheit haben; da aber bei Hylobates das Sacrum auch noch den 30. Wirbel der Reihe einschliesst, somit bei der Herleitung der Verhältnisse beim Menschen aus dem bei Hylobates gegebenen die Annahme gemacht werden muss, der letzte Sacralwirbel bei Hylobates sei durch eine Rückbildung zu der Gestalt, die sein Homologon, der erste Caudalwirbel, beim Menschen besitzt, gelangt, musste die Möglichkeit existiren, den ersten Caudalwirbel des Menschen in früheren Entwicklungsstadien mit dem Sacrum verbunden zu finden.

Rosenberg fand diese zuletzt genannten Voraussetzungen durch seine Untersuchungen bestätiget, und er sagt (Seite 112): „Aus dem Mitgetheilten geht hervor, dass bei der Entwicklung des menschlichen Sacrums ein Umbildungsprocess stattfindet, der mehr Wirbel betrifft, als in den einzelnen Stadien des Processes im Sacrum enthalten sind, der desshalb ein fortschreitender ist und sein Fortschreiten speciell dadurch zu Stande kommen lässt, dass er die am proximalen Ende des von ihm beherrschten Abschnittes befindlichen Wirbels nach Entfaltung ihres costalen Elementes ins Sacrum hinüberführt und im Gegensatz zu der Neuaufnahme

am distalen Ende des jeweilen bestehenden Sacrum auf dem Wege der Reduction die gleiche Zahl von Wirbeln aus demselben austreten und damit in die Caudalregion übergehen lässt.“ Und er schliesst Seite 171: „Hiernach erscheinen die jetztigen Dorsalwirbel des Menschen als Bestandtheile eines Abschnittes der Wirbelsäule, der als der conservativste zu bezeichnen ist, die Wirbel vom 20. bis zum 24. haben von dem in den Dorsalwirbeln erhalten gebliebenen Zustande aus nur eine Umformung erfahren und erscheinen als Lumbalwirbel, die Wirbel vom 25. bis zum 29. sind ausser dieser noch einer zweiten Umgestaltung, die ihnen die Form von Sacralwirbeln gegeben, unterworfen gewesen und die Wirbel vom 30. bis 35. haben eine dreimalige Metamorphose durchgemacht und stellen sich, nachdem sie die sacrale Beschaffenheit aufgegeben, soweit sie noch erhalten bleiben, als Caudalwirbel in ihrer vierten Form dar.“

Ich kann dem nicht beistimmen, weil, wie ich glaube, in den Beobachtungen, aus welchen das Resultat gewonnen wurde, Irrthümer nachzuweisen sind.

Rosenberg[1] fand bei seinen Untersuchungen an einem Embryo (III. 2) den 25. Wirbel der Reihe, der normaliter als erster Kreuzwirbel fungirt, nicht als solchen, sondern als einen Lumbalwirbel, welcher die letzte Stelle in deren Reihe einnahm; dieser sechste Lendenwirbel also, deutete aber schon durch die Formverhältnisse seiner Seitenfortsätze die spätere Zugehörigkeit zum Sacrum an; dieselben zeigten sich im Vergleiche zu den Seitenfortsätzen der übrigen Lendenwirbel leicht verdickt, ihr Ende zieht sich proximalwärts und distalwärts in einen kurzen Fortsatz aus, von denen der letztere durch einen nicht sehr beträchtlichen Zwischenraum von dem proximalen Ende der Pars lateralis des Sacrum getrennt ist, welcher jederseits einen seitlich comprimirten Fortsatz aussendet, der sich gegen die eben erwähnten richtet. Der 30. Wirbel, id est der erste Steisswirbel fand sich mit dem letzten Kreuzwirbel (29. Wirbel durch gut ent-

[1] L. c. S. 108.

wickelte, von der Seitenfläche des Körpers ausgehende Knorpelspangen, im continuirlichen Zusammenhange, so dass diesen Steisswirbel Rosenberg als einen Sacralwirbel betrachtet. Aber auch der 31. Wirbel, id est der zweite Steisswirbel fand sich mit dem vorhergehenden verbunden und zwar rechts durch eine, aus intercellularsubstanzärmeren Knorpelspange und links durch einen Bindegewebestrang. Rosenberg hält diesen Wirbel für einen solchen, in welchem sich eine bereits eingeleitete Loslösung aus der bestandenen Verbindung mit dem Sacrum ausspricht. Das Ilium liegt jener Pars lateralis des Kreuzbeines an, welche vom 26. und 27. Wirbel gebildet wird.

Bei einem älteren Embryo (IV. 3 *A*.) fand Rosenberg den 25. Wirbel, auch noch Lendenwirbel, das verdickte Ende des Querfortsatzes (aber besonders links) der Pars lateralis schon sehr nahe gerückt. Das Sacrum hat die Beziehungen zum 31. Wirbel (zweiten Steisswirbel) völlig aufgegeben. Das Ilium ist am Sacrum weiter proximalwärts gerückt, es berührt dasselbe nur an beschränkter Stelle, die dem proximalen Theil des vom 27. Wirbel zur Pars lateralis gelieferten Antheiles entspricht.

An einem Embryo (IV. 1 *A*.) älter als der vorhergehende, wird der 30. Wirbel (erster Steissw.) durch Reduction der ihn mit der Pars lateralis verbindenden Knorpelspange unter der Form eines Caudalwirbels selbstständig hingestellt. In einem anderen Embryo (IV. 2) (höheres Entwicklungsstadium) besitzt der 25. Wirbel (id est 6. Lendenwirbel) in exquisiter Weise die Form eines Übergangswirbels (lumbosacrale Form) und an dem älteren Embryo (IV. 5) präsentirt sich der 25. Wirbel als erster Sacralwirbel, id est er ist mit dem Sacrum vollständig verschmolzen; die vorspringende Partie der Pars lateralis wird vom 25. und 26. Wirbel gebildet.

Aus diesen Befunden leitet Rosenberg das S. 31 citirte Resultat ab. Ich erlaube mir nun Folgendes dagegen einzuwenden.

Die stufenweise Überführung des 25. Wirbels als sechsten Lendenwirbel in den späteren ersten Sacralwirbel der Autoren ist nicht richtig, weil die Prämissen gefehlte sind. Die Ummodlung dieses sechsten Lendenwirbel in einen Sacralwirbel wird begründet, dass jener Wirbel beim Embryo (III. 2) durch die Form seiner Seitenfortsätze die spätere Zugehörigkeit zum Sacrum anzeigte. Aus meinen Untersuchungen hat sich aber ergeben, dass

sämmtliche Lumbalwirbel in den ersten Stadien ihrer Entwicklung eine hohe Formähnlichkeit mit den Kreuzwirbeln aufweisen (vide Fig. *L* und *K*) und dass erst in der weiteren Entwicklung der Lendenwirbel sich in der Form von der eines Kreuzwirbels differenzirt, während, wenn es nicht geschieht, er einen lumbosacralen Wirbel darstellt. Dieses Nachgewiesene beobachtend, müssten sohin, da in den primären Stadien die gesammten Lendenwirbel sacrale Form und Beschaffenheit besitzen, diese sämmtlich als Sacralwirbel späterhin auftreten und dies ist doch nicht richtig. In diesem Punkte, in den Formverhältnissen der ersteren Stadien der Lendenwirbel liegt der Schwerpunkt der Rosenberg'schen Theorie und es ist einleuchtend, dass nach dem Vorhergehenden dieselbe nicht mehr haltbar ist. Schliesslich erwähnt Rosenberg, dass mit der Umformung der Wirbel auch eine solche der entsprechenden Nervenplexus eingehe; abgesehen davon, dass die Umformung der Wirbel nicht auftritt, und daher auch eine solche der entsprechenden Nervenplexus nicht stattfindet, ist dieser aufgestellte Satz, glaube ich, etwas zu weitgehend.

Bei meinen Untersuchungen fand ich aber auch, dass der Complex von Wirbeln, welche das Sacrum aufbauen, schon in den frühesten Stadien ein fertiges Ganzes darstellen; dass die verwachsenen Partien der Partes laterales, der einzelnen Sacralwirbel, wie dies namentlich in späteren Stadien ungemein deutlich ersichtlich ist, einen Rahmen darstellen, welcher in sich schliesst den Complex der das Sacrum aufbauenden Wirbel, aus welchen Rahmen kein Wirbel austreten, aber auch nicht eintreten kann. Dieser Rahmen aus späteren Stadien von Rambaud und Renault[1] abgebildet, ist primär schon vorhanden und fasst normaliter den 25.—29. Wirbel in sich. Wenn der letzte Lendenwirbel, der wie seine übrigen Genossen in den ersten Stadien der Entwicklung sacrale Form besitzt, sich von derselben im weiteren Stadien nicht entfernt, so wird er ein lumbosacraler Wirbel, kann mit dem ersten Kreuzwirbel ganz oder theilweise verwachsen, ist nie aber primär in den Rahmen aufgenommen und weist sohin

---

[1] Origine et developpement des os. Paris 1864, tab. 5.

noch immer die Nichtzusammengehörigkeit mit dem Sacrum nach. Wenn wir den 24. Wirbel als reinen Sacralwirbel antreffen, so ist dies nur scheinbar und die nähere Untersuchung zeigt, dass er sich nicht zu den charakteristischen Merkmalen aufschwingt, welche den eigentlichen Beckenträger, den 25. Wirbel, auszeichnen.

Die Verhältnisse bei Embryonen, die uns Rosenberg hinstellt, um die stufenweise Ummodelung der letzten Kreuzwirbel zu demonstriren, sind aus den schon oben mehrmals erwähnten Gründen nicht beweiskräftig. Und die angetroffenen verschiedenen Zustände der einzelnen Abschnitte der Wirbelsäule sind wieder nicht Übergänge, sondern jede Wirbelsäule stellt, für sich allein ein Ganzes dar, welche im erwachsenen Zustande dieselben Verhältnisse gezeigt hätte, als in dem von Rosenberg angeführten Stadium. Der Embryo IV. 5 ist nicht als das letzte Glied der Entwicklungsreihe anzusehen, welches mit Embryo III. 2 begann. Jede Wirbelsäule, die Rosenberg beschreibt, hätte sich im Grossen und Ganzen in der Weise ausgebildet, wie sie angelegt vorgefunden wurde. Und ich erlaube mir die Frage, wenn diese Übergänge, wie sie Rosenberg skizzirt, sich wirklich in der Entwicklung ereignen, woher rekrutiren sich dann die Varietäten der Wirbelsäule?

Die oben angeführten Verhältnisse des Kreuzbeines will ich nun noch etwas näher beleuchten, um mehr Beweise zu liefern; zu diesem Behufe muss aber näher in die Anatomie des Sacrums eingegangen werden.

Über das Kreuzbein. An normalen Wirbelsäulen ist das Sacrum ein Complex von Wirbeln, aufgebaut aus dem 25., 26., 27. 28. und 29. (vide Fig. 6) Taf. IV. Die Seitenfläche des Kreuzbeines ist mehr oder weniger als ein umgestürztes Dreieck anzusehen und hervorgegangen aus der Vereinigung des Processus laterales. Sie ist in zwei Abtheilungen zu bringen, in eine obere und eine untere, deren Grenze durch den unteren Rand der Superficies auricularis geht. Uns interessirt nur die obere Abtheilung, welche abermals in zwei Abschnitte zu bringen ist, in einen vorderen überknorpelten, Superficis auricularis, und einen hinteren rauhen, mehr oder weniger Spuren tragend der vor sich gegangenen Coalition der einzelnen Sacralwirbel. Die vordere Abtheilung dient zur gelenkigen Verbindung mit dem Darmbeine, während die hintere,

rauhe, in keiner Weise mit demselben in gelenkige Verbindung tritt. Die Superficies auricularis wird erzeugt durch die Coalition, wie dies bei kindlichen Kreuzbeinen deutlich ersichtlich ist, der ventralen Partien (Fig. 2 *R*) des Processus lateralis, während die hintere Partie des Seitentheiles des Kreuzbein durch die Verschmelzung der dorsalen Stücke des Processus lateralis (Fig. 2 t_2) gebildet wird, wobei abgesehen ist von der weiteren Verbindung der vorderen Antheile der Bögen (Fig. 2 ,3). Das ventrale Stück (Fig. 2 *R*) entspricht der Rippe, das dorsale (Fig. 2 t_2) dem Querfortsatze der Lendenwirbel, wie wir dies in der Entwicklung feststellen konnten, dasselbe aber bereits früher von Gegenbaur und Frenkel erwiesen worden ist. Frenkel[1] sagt: „Die mit breiter Fläche nach vorn sehenden Seitenfortsätze speciell des ersten Sacralwirbels besitzen oben in der Mitte dieser Fläche eine seichte Vertiefung und nach aussen von ihr am Rande eine Einbuchtung, durch welche ein dorsaler und ventraler Abschnitt bereits im frühen Stadium erkennbar ist. Der dorsale Abschnitt entspricht durch seine Lage zum Wirbelkörper und zum oberen Bogen wie durch seine geringe seitliche Ausdehnung dem Querfortsatze eines Lendenwirbels, mit dem er auch darin übereinstimmt, dass er in gerader Richtung nach aussen geht. Der ventrale Schenkel dagegen füllt den einspringenden Winkel aus, der zwischen dem nach unten gewölbten Körper eines Lendenwirbels und dem nach oben zurücktretenden Querfortsätze sich herstellt, so dass er schon an dem äusserlich noch ganz knorpeligen Kreuzbein in die Augen fällt, man habe es nicht mit einer blossen Volumzunahme, einer Verdickung der Querfortsätze, sondern mit einem in den Seitenfortsätzen der Sacralwirbel neu auftretenden Bildungsstücke zu thun.“

Diese ventralen Stücke der drei, oder öfters auch nur zwei oberen Kreuzwirbel sind es, welche die facies auricularis erzeugen, mit welcher allein das Darmbein in Verbindung tritt; die dorsalen Schenkel (die Querfortsätze) haben nicht den geringsten Antheil daran. Die Darmbeine werden sonach von den Sacral-

---

[1] Beiträge zur anatomischen Kenntniss des Kreuzbeines der Säugethiere. Jena'sche Zeitschr. 7. Band 1873. S. 396.

rippen getragen. Gegenbauer[1] erwähnt: Bei Säugethieren (Mensch) endlich ist das proximale Ende der Sacralrippe am Wirbelkörper und Bogen befestigt. Das Rippenende geht allein zu Ilium.

Frenkel[2] sagt auch, dass die Grösse der Ausdehnung der facies auricularis, insoferne sie von dem lateralen Ende der Sacralrippen erzeugt wird, nicht nur individuellen Schwankungen unterworfen ist, sondern dass sie oft sogar auf beiden Seiten eines und desselben Sacrums ungleich ist. Gewöhnlich nehme die facies auricularis den ganzen ventralen Rand der Seitenfläche des ersten, zweiten und mit ihrem unteren Ende noch einen kleinen Abschnitt der Seitenfläche des dritten Sacralwirbels ein. Doch kämen hievon noch manche Abweichungen vor oder sogar asymmetrisches Verhalten, wie der Befund des Sacrums eines neunjährigen Knaben, wo auf einer Seite der gewöhnliche Befund, auf der anderen Seite aber die facies auricularis nur dem ersten und zweiten Sacralwirbel angehörig ist.

Dies Gesagte ist vollständig zu bestätigen und wir haben daher in Fig. 6 die Superficies auricularis als direct von den Sacralrippen erzeugt anzusehen, während die hintere Abtheilung die verschmolzenen Processus transversi des Kreuzwirbels darstellt. Bei der unteren Abtheilung der Seitenfläche des Kreuzbeines, wo es zu keiner weiteren, mächtigen Ausbildung des Processus lateralis gekommen ist, kann man auch ganz gut den Rippentheil (*R*) und die vereinigten Querfortsätze (*T*) erkennen. Es ist ferners richtig, dass an dem Aufbaue der Superficies auricularis entweder zwei Wirbel allein, oder die obere Hälfte des dritten, oder das ganz dritte participiren; es kann aber auch der Fall sein, dass die Superficies auricularis nur der erste Sacralwirbel und eventuell ein wenig vom zweiten erzeugt wird, wie ich zweimal gesehen habe.

Betrachtet man nun die facies auricularis des Kreuzbeines (Fig. 6), so zeigt sich, dass dieselbe im Grossen und Ganzen eine ohrförmige Gestalt hat, wobei der convexe Rand nach vorne sieht. Sie erstreckt sich vollständig auf die Sacralrippen des 25. und 26., und theilweise auf die Rippe des 27. Wirbels (vide

---

[1] Beiträge zur Kenntniss des Beckens der Vögel. Jena'sche Zeitschr. 6. Band 1871. S. 211.

[2] l. c. S. 102.

Fig. 6 [25, 26, 27]). Der hintere Rand ist concav nach rückwärts. Grenzt man sich durch Linien an der Superficies auricularis den Antheil der einzelnen Wirbel an der Bildung derselben ab, wie es in Fig. 6 geschehen ist, so zerfällt dieselbe in drei Felder, wobei das oberste (Fig. 6, *a*) von dem ersten Kreuzwirbel (oder 25), das mittlere (Fig. 6, *b*) von dem zweiten (oder 26.) und das untere (Fig. 6, *c*) von dem dritten Sacralwirbel (oder 27.) (jedoch nur theilweise von diesem letzteren) erzeugt wird.

An dem zu diesem Kreuzbeine zugehörigen Darmbeine (Fig. 7) ist der Abklatsch der Gelenkfläche des Kreuzbeines zu sehen und die Superficies auricularis wurde genau nach dem Verhältnisse am Kreuzbein in die drei Rippenfelder zerlegt (Taf. IV, Fig. 7, *a*, *b*, *c*). Das Rippenfeld (Fig. 6 und 7, *a*) des ersten Kreuzwirbels oder des 25. Wirbels der Reihe nach, ist am meisten entwickelt und zeigt einen oberen Rand (Fig. 7, *s*), einen hinteren concaven (Fig. 7, *p*) und einen unteren Rand (Fig. 7, *i*). Der obere und untere Rand gehen in einen Winkel über (Fig. 7, *t*), welcher der Ursprungspunkt der Linea terminalis des Hüftbeines ist. Diese Form und die Stellung des Rippenfeldes des ersten Sacralwirbels ist so charakteristisch, dass, wenn eine Verschiebung dieses Feldes auftritt, auch die Linea terminalis in der Weise Antheil nimmt, dass sie mit dem hinteren Ursprungsende dem verschobenen Felde des ersten Sacralwirbels folgt, wie dies aus Fig. 9 *b* und10 *b* Taf. IV zu ersehen ist, wo, weil der letzte Lendenwirbel in gelenkige Beziehung zum Darmbeine getreten ist, das Rippenfeld (*a*) des ersten Kreuzwirbels etwas tiefer rückte, aber mit demselben der Ursprung der Linea terminalis (Fig. 9*b* und 10*b*,*l*).

Wir sehen also, dass namentlich ein Wirbel es ist, der mit dem Darmbeine in nähere Beziehung tritt, sich in grösster Ausdehnung mit demselben verbindet, dass immer einer es ist, der gleichsam als Beckenträger erscheint, und dieser Wirbel ist unter normalen Verhältnissen stets der eigentliche erste Sacralwirbel oder der 25. Wirbel der Reihe nach; wir wollen diesen Wirbel mit Welcker Stützwirbel oder Fulcralis heissen. Solch ein Fulcralis ist an jeder Wirbelsäule vorhanden, mag sie anomale Verhältnisse aufweisen oder nicht; es kann nur im Numerus der Reihe der Wirbel der Fulcralis eine Verschiebung erfahren.

Der Fulcralis gibt uns eine natürliche Grenze ab für die Eintheilung der Wirbelsäule. Was vor oder ober demselben liegt, ist praesacraler Abschnitt der Wirbelsäule; er ist es, der immer als der erste Sacralwirbel anzusehen ist.

Bei meinen Untersuchungen fand ich, dass in normalen Fällen der 25. Wirbel der Reihe, der Fulcralis ist, während in der grossen Anzahl von Abnormitäten der Wirbelsäule (30 Fälle) es zwölfmal angetroffen habe, dass der Fulcralis der 26. Wirbel ist; niemals aber war der 24. Wirbel ein Fulcralis, selbst in jenen Fällen, wo er vollständig an das Kreuzbein assimilirt war, mit dem Darmbeine articulirte und im höchsten Grade einen ersten Sacralwirbel vortäuschte; die Untersuchungen der Gelenkflächen gab immer die Aufklärung.

Der Fulcralis ist es, wenn ich mich so ausdrücken darf, welcher den Reigen der Kreuzwirbel beginnt und schon in Hinsicht auf seine spätere wichtige Stellung ist er primär als solcher angelegt und wenigstens nach meinen Untersuchungen fand ich, dass ihm stets vier Wirbel distalwärts folgen, die mit ihm in den früher erwähnten Rahmen des Kreuzbeines aufgenommen sind. Er bestimmt die obere Grenze des Sacrums. Wenn bei der primären Anlage der Fulcralis der 25. Wirbel ist, so besteht das Kreuzbein aus dem 25. bis inclusive 29. Wirbel; war primär als Fulcralis der 26. Wirbel angelegt, so ist das Kreuzbein aus dem 26. bis inclusive 30. Wirbel aufgebaut.

Besteht das Kreuzbein aus mehr als fünf Wirbeln, so kann die Vermehrung nur durch die Aufnahme praesacraler oder postsacraler Wirbel stattgefunden haben, und die Untersuchung, die Feststellung des Fulcralis wird ergeben, mit welchem das Kreuzbein beginnt.

Nehmen wir z. B. an, wie später ein Fall folgen wird, wo das Kreuzbein aus dem 24. bis 29. Wirbel, also aus sechs besteht, und erkennen den 25. Wirbel als Fulcralis, so ist der 24. nicht als Kreuzwirbel anzuerkennen, sondern als ein Lendenwirbel, der vollkommen sacrale Beschaffenheit angenommen hat und mit dem eigentlichen Kreuzwirbeln nie in dem Rahmen aufgenommen war, sondern mit dem ersten coalirte, was auch schon während der

embryonalen Entwicklung geschehen sein konnte, oder sich in den Entwicklungsstadien nach der Geburt ereignen konnte. Wäre der 24. Wirbel der Fulcralis (was ich aber, nebenbei bemerkt, nie beobachtet habe), so würde das eben Gesagte mutatis mutandis für ihn gelten und an das Sacrum wäre der erste Steisswirbel coalirt gewesen, d. h. der 29. Wirbel würde als erster Steisswirbel anzusehen sein.

Man trifft wenige Fälle an, in welchen das Sacrum aus weniger als fünf Wirbeln besteht; die Zahl derselben beträgt dann, soviel ich weiss, mindestens vier; dass das Sacrum dann den fünften oder letzten eingebüsst hat, braucht nicht erwähnt zu werden, und dass diese Loslösung während der verschiedenen Entwicklungsperioden, meist aber extrauterin statt gefunden hat, hat nichts Befremdendes an sich; und nehmen wir selbst den dubiösen Fall an, dass das Kreuzbein ursprünglich nur aus vier Wirbeln angelegt wurde, so ist es ja doch immer nur der erste Sacralwirbel oder der Fulcralis, welcher den praesacralen und weiterhin den postsacralen Abschnitt der Wirbelsäule bestimmt.

Die Feststellung eines Wirbels als Fulcralis ist von eminenter Bedeutung, weil dieser es ist, welcher uns einen praesacralen Abschnitt der Wirbelsäule fixirt; und es kann nur der Fulcralis der einen Wirbelsäule, dem Fulcralis der anderen Wirbelsäule gleichgestellt werden; ebenso ist dies richtig in Bezug auf die praesacralen (und wenn man schliesslich weiter gehen will auch in Bezug auf die postsacralen) Abschnitte der Wirbelsäule.

Die Unterordnung der praesacralen Abschnitte der Wirbelsäule in ein Halsstück, Bruststück und Lendenstück ist von nebensächlicher Bedeutung und die einzelnen Abschnitte des praesacralen Theiles einer Wirbelsäule dürfen nie und nimmer homodynam gesetzt werden denselben Abschnitten einer anderen Wirbelsäule. Hals-, Brust- und Lendenwirbel sind u n t e r s i c h ungleichwerthige Gebilde; die Grenzen, die im praesacralen Abschnitte der Wirbelsäule gezogen werden, sind ja eigentlich willkürliche, weil, wenn z. B. der siebente Halswirbel seine vordere Spange im Processus lateralis als Rippe entwickelt, er factisch als ein Brustwirbel anzusehen ist, ebenso wie dies beim ersten Lendenwirbel der Fall ist; gerade wie umgekehrt, wenn z. B. der letzte Brustwirbel seine Rippe nicht zur Entwicklung bringt,

er factisch ein Lendenwirbel ist; bringt der letzte Lendenwirbel sein costales Element zur Entwicklung, so ist aber dieser doch niemals ein Sacralwirbel, sondern der letzte praesacrale Wirbel, denn der erste wahre Sacralwirbel ist der Fulcralis.

Aus All dem Gesagten resultirt, dass wie ich glaube wieder eine Hauptstütze der Rosenberg'schen Theorie fallen muss.

Ich stehe mit meiner Ansicht nicht allein da. So sagt Gegenbauer: „es darf ausgesprochen werden, dass die lumbo sacralen Übergangswirbel durch die Ausbildung ihrer in der Regel gänzlich fehlenden Rippenrudimente hervorgehen. So wie also der einseitige Mangel eines Rippenrudimentes am ersten Sacralwirbel aus dem letzteren einen sacro-lumbalen Übergangswirbel bildet, so kann ein ähnlicher aber doch durch seinen Platz in der Wirbelreihe wesentlich verschiedener, also nicht mit jenem homodynamer Übergangswirbel durch die Ausbildung eines Rippenrudimentes am letzten Lumbalwirbel entstehen“.[1]

Eine weitere treffliche Stütze für meine Auseinandersetzungen finde ich in den äusserst wichtigen Untersuchungen und Resultaten Welcker's. Welcker, gegen die Rosenberg'sche Theorie auftretend, sagt:[2] „Nach Rosenberg's Theorie ist der 20. Wirbel eines Thieres *A*, dem 20. Wirbel des Thieres *B*; der 30. Wirbel des einen Thieres, dem 30. Wirbel des anderen Thieres homolog“ d. i. genetisch entsprechend; „mag dieser 30. Wirbel nun hier Lendenwirbel, dort Beckenwirbel, in einem dritten Thiere Schwanzwirbel sein, die hinteren Lendenwirbel der niederen Affen haben in deren Descendenten, dem Menschen, nach den Worten Rosenberg's, eine dreimalige Metamorphose durchgemacht und stellen sich, nachdem sie die sacrale Beschaffenheit aufgegeben, als Candalwirbel in ihrer vierten Form dar.“ Ich kann nicht beistimmen. Der Hauptwirbel des Heiligenbeines des einen Thieres Stützwirbel, wie ich ihn nenne, entspricht meiner Ansicht nach dem Stützwirbel des zweiten Thieres, möge die Nummer dieser Wirbel welche immer sein. Die Halswirbel des einen Thieres hier fünf, dort sieben, ja eilf, entsprechen den Halswirbeln des anderen Thieres. Die Wirbelsäule des einen Thieres entspricht der „Wirbel-

---

[1] Zur Bildungsgeschichte lumbo sacraler Übergangswirbel. Jena'sche Zeitschr. 7. Band 1873. S. 446.

[2] Archiv für Anat. u. Physiol. 1881, anat. Abth. S. 176.

säule“ nicht etwa zwei Dritteln oder drei Vierteln der Wirbelsäule des anderen Thieres. Je nach den verschiedenen Leistungen des bestimmten Thieres gliedert sich der dem Brust- oder dem Lendenabschnitte zufallende Theil des Keimes hier reichlicher, dort weniger reichlich, aber die Wirbel sind einander den Regionen nach, nicht den Nummern nach homolog.“

Die folgenden zwei Tabellen der Verhältnisse von 16 Wirbelsäulen (neun anomale Wirbelsäulen wurden nicht aufgenommen, weil sie Wiederholungen der in den Tabellen vorkommenden Fälle gewesen wären) mögen nun zeigen, dass es keineswegs richtig ist, dass ein Wirbel eines bestimmmten Theiles des praesacralen Abschnittes stufenweise in die Form des Wirbels eines anderen Theiles desselben Abschnittes übergeführt wird, bis er schliesslich als solcher erscheint; dessgleichen, dass compensatorische Umformungen der Wirbel nicht stattfinden, sondern dass die Fulcrales es sind, die die praesacralen und postsacralen Abschnitte der Wirbelsäulen feststellen und dass diese Abschnitte als solche unter sich gleich zu setzen sind, während die einzelnen Wirbel in den Abschnitten selbst mannigfaltiges Spiel zeigen.

Die Wirbelsäulen wurden soviel als möglich geordnet, d. h. ich suchte zu trachten, durch eine gewisse Nebeneinanderstellung den Übergang einer Form der Wirbelsäule in die andere einer zweiten demonstriren zu können; allein dies war vergebliche Mühe. In der einen Tabelle kennzeichnet der 25. Wirbel, in der anderen der 26. Wirbel den praesacralen Abschnitt der Säule, aber directe Übergänge lassen sich nicht finden, ebensowenig als die abnorme Form eines Wirbels secundäre Veränderungen von Wirbeln in anderen Abschnitten nach sich zieht.

Die Verhältnisse der Wirbelsäulen sind in folgender Weise zur Anschauung gebracht worden. Die einzelnen Columnen mit den quadratischen Einzeichnungen stellen die einzelnen Wirbelsäulen dar und zwar entspricht jedes Quadrat einem Wirbel. Wo die Wirbel rechts und links gleich beschaffen waren, finden wir in der Columne nur eine Reihe Quadrate, während wo rechts und links Verschiedenheiten sich zeigten, ist in der Columne eine doppelt laufende Reihe von Quadraten vorhanden, wovon die eine Reihe die rechte Seite der Wirbelsäule, die andere Reihe die linke Seite der Wirbelsäule darstellen möge. Die erste Columne stellt eine

normale Wirbelsäule dar, jedoch um Raum zu ersparen, beginnt dieselbe mit dem vorletzten Brustwirbel id est 18. Wirbel der Reihe nach; links befindet sich der Numerus des betreffenden Wirbels. Die einzelnen Abschnitte der Wirbelsäule sind durch horizontal laufende dicke schwarze Linien geschieden. Jene Rechtecke, in welchen eine Bezeichnung eingetragen ist, z. B. * *ls sc* bedeuten, dass der betreffende Wirbel lumbodorsal (der Autoren), lumbosacral oder sacrocaudal geformt ist. Im Abschnitte „Sacrum" wurden jene Rechtecke (Wirbel), welche sich gelenkig mit dem Darmbeine verbinden, schattirt und wenn die Schattirung nur die obere Partie des Quadrates in Anspruch nimmt, so bedeutet dies, dass nur die obere Partie des seitlichen Theiles des betreffenden Wirbels sich mit dem Darmbeine verband. Der eigentliche Stützwirbel oder Fulcralis, dessen eminente Bedeutung früher hervorgehoben wurde, wurde durch die Einzeichnung eines liegenden Kreuzes in das Rechteck markirt. Der praesacrale Abschnitt der Wirbelsäule ist durch die Linie x x begrenzt. Das Gleiche gilt für Tabelle 2.

Die verzeichneten Wirbelsäulen sind im Wiener anatomischen Museum aufbewahrt und zur eventuellen Beachtung diene Folgendes:

Nr. 1	trägt	die	Orientierungsnummer	636	in gelber Farbe.	
„ 2	„	„	„	390	„ „ „	
„ 3	„	„	„	635	„ „ „	
„ 4	„	„	„	388	„ „ „	
„ 5	„	„	„	42	weisse Papiernummer.	
„ 6	„	„	„	725	in gelber Farbe.	
„ 7	„	„	„	158	„ „ „	
„ 8	„	„	„	730	„ „ „	
„ 9	„	„	„	400	„ „ „	
„ 10	„	„	„	727	„ „ „	
„ 11	„	„	„	728	„ „ „	
„ 12	„	„	„	382	„ „ „	
„ 13	„	„	„	518	„ „ „	
„ 14	„	„	„	259	„ „ „	
„ 15	„	„	„	729	„ „ „	
„ 16	„	„	„	647	„ „ „	

Die Fälle 1—10 der Tabelle I sind mit Worten:

Nr. 1. Thorax eines männlichen erwachsenen Individuums. Der 25. Wirbel ist der Fulcralis. Es finden sich 7 Hals-, 12 Brust-, 5 Lendenwirbel. Das Kreuzbein besteht aus dem 25.—29. Wirbel; demselben folgen vier Steisswirbel. Mit dem Ileum treten auf der rechten und linken Seite der 25. und 26. Wirbel ganz in Verbindung; der 27. links ein wenig mehr als der rechte. Das Sacrum steht daher etwas schief. Der 24. Wirbel (hier fünfter Lendenwirbel) zeigt auf der rechten Seite sacrale Form und ist daselbst mit der oberen äusseren Partie des 25. Wirbel (Fulcralis) durch Knorpel und Bänder verbunden und tritt mit dem Darmbein gering in Verbindung. Das entstandene Foramen lumbo sacrale horizontal spaltförmig. Die in die Linea terminalis fallende Spitze der Pars lateralis des (25. Wirbels) Fulcralis ist links deutlich ausgebildet, während rechts, wo die Assimilation vorhanden, die Spitze abgestumpft ist, etwas tiefer steht, aber auch, im Zusammenhange, das hintere Ende der Linea terminalis ossis ilei derselben Seite. Durch die Verbindung des 24. (lumbosacralen) mit dem Darmbeine (rechts), ist letzteres höher gerückt, oder proximalwärts verschoben und dementsprechend der 27. Wirbel mit dem Darmbeine nicht so weit in Connex stehend, als dies links der Fall. Es existiren zwei Promontorien, das obere zwischen dem 23. und 24., das untere zwischen dem 24. und 25. Wirbel. Das Becken ist schief. Die Symphysis ossium pubis fällt 15 Mm. nach links von der Medianlinie. Die Linea terminalis ist rechts in der hinteren Hälfte stärker, in ihrer vorderen Hälfte schwächer gebogen; im Gegensatze zur linken Seite. Das Sacrum erscheint etwas auf die rechte Seite hingeschoben. Das Becken ist schräg verengt und zwar beträgt die Distanz der linken Kreuzdarmbeinfuge vom rechten Tuberculum ileo-pectineum 105 Mm., während die Distanz der rechten Kreuzdarmbeinfuge zum linken Tuberculum ileo-pectineum 125 Mm. beträgt. Die Spitze des Kreuzbeines ist vom rechten Sitzbeinstachel 50, vom linken 60 Mm. entfernt, die Conjugata 110 Mm. Der Beckenausgang ist rechts verengt. Das rechte Acetabulum sieht mehr nach vorne, das linke mehr nach aussen. Die vorhandene geringe Lumbarscoliose ist nach rechts convex. Die 12. Rippen je 45 Mm. lang.

Nr. 2. Dieser Fall wurde schon beschrieben von Dr. Raab.[1] Becken eines ein Jahr alten Mädchens, 7 Hals-, 12 Brust-, 5 Lendenwirbel. Kreuzbein 25 — 29. Die Zahl der Steisswirbel nicht bestimmbar. Der 25. und 26. treten mit dem Darmbeine in Verbindung. Der 25. ist Fulcralis. Der 24. Wirbel ist links lumbosacral (abgebildet Taf. IV, Fig. 5), ist daselbst durch einen bogenförmigen Knorpel (Rippe Fig. 5 *R*) mit dem seitlichen Theile des ersten Kreuzwirbels coalirt. Das dadurch entstandene Foramen lumbosacrale ist weit und rund. Das Becken ist ein wenig schief, trotzdem, dass sich der lumbo-sacrale Wirbel nicht mit dem Darmbeine verband.

Nr. 3. Thorax eines männlichen erwachsenen Individuums. Beide Seiten der Wirbelsäule gleich geformt. Der Fall wurde früher (Seite 19) schon erwähnt. Der Fulcralis ist der 25. Wirbel. Der 24. Wirbel ist beiderseits lumbo sacral geformt, d. h. er hat seine costalen Elemente entwickelt, ist aber nicht an das Kreuzbein coalirt. Rechts tritt er gering mit dem Darmbeine in Verbindung. Zwei flache Promontorien, das eine zwischen dem 23. und 24., das untere zwischen dem 24. und 25. Wirbelkörper. Kreuzbein rechts etwas weniger tiefer stehend als links. Darmbeine steil. Becken etwas schief, etwas ähnlich dem Falle Nr. 1. Der 20. Wirbel (mit Sternchen markirt) ist beiderseits geformt ähnlich wie Fig. 3 und 4, Taf. III; d. h. die Processus tranversi: sind lose Spangen, erscheinen fälschlich als Rippen, aus welchem Grunde dieser Wirbel, von Autoren als lumbodorsaler Übergangswirbel bezeichnet worden wäre, was er keineswegs ist; die Epiphyses transversae sind ferner auch am 19. Wirbel beiderseits und am 18. rechts, durch Gelenke verbundene kurze Knochenstäbchen hinter den vorhandenen Rippen liegend. Die 12. Rippe je 100 Mm. lang.

Nr. 4. Thorax eines erwachsenen männlichen Individuums. Die Wirbelsäule ist rechts und links asymmetrisch geformt. Der 25. Wirbel ist der Fulcralis. Das Kreuzbein besteht auf der linken Seite aus dem 24.—29. Wirbel (also aus sechs Wirbeln), während rechts der 25.—29. (also fünf) dasselbe aufbauen. Und bei ober-

---

[1] Über das Zustandekommen und die Bedeutung der Assimilation des letzten Lendenwirbels an das Kreuzbein. Wiener med. Jahrb. 1880.

flächlicher Betrachtung würde also der 24. als der eigentliche erste Kreuzwirbel oder Fulcralis erscheinen (wie dies Taf. IV, Fig. 8 darstellt), welcher nur auf der rechten Seite nicht gut entwickelt ist und daselbst lumbare Form aufweist. Wir hätten dann das praesacrale Stück der Wirbelsäule als aus nur 23 Wirbeln aufgebaut und da 7 Hals- und 12 Brustwirbel vorhanden sind, so würden (nach der alten Auslegung) nur 4 Lendenwirbel vorhanden sein. Dies ist aber nicht richtig. Es sind 24 praesacrale Wirbel vorhanden, 7 Hals-, 12 Brust- und 5 Lendenwirbel. — Der 24. Wirbel ist eben rechts lumbo-sacral geformt, links vollständig sacral gebildet und an dem 25. coalirt. Er articulirt links (Fig. 8) mit einer Fläche an der Superficies articularis des Darmbeines (Taf. IV, Fig. 10*a* und 10*b*, 24); auf der rechten Seite zeigt sich der 24. Wirbel (Fig. 8) ebenfalls mit dem 25. coalirt jedoch nur dadurch zu Stande gebracht, dass der Processus transversus verdickt ist und von seiner unteren Fläche einen Fortsatz zur Pars lateralis des 27. Wirbels sendet, welcher mit ihr verschmilzt und im geringen Antheile mit dem Darmbeine articulirt (Fig. 9*a* und 9*b*, 24). Es entstehen zwei Promontorien, das eine zwischen dem 24. und 25., das andere zwischen dem 23. und 24. Wirbel. Dass der 24. Wirbel nicht der erste Kreuzwirbel, der Fulcralis, sondern ein Lendenwirbel, einhergehend mit Entfaltung seiner costalen Elemente und Assimilation an das eigentliche Kreuzbein ist, wird bewiesen dadurch, dass wenn das Becken zerlegt, man findet, wie der 25. Wirbel (Fig. 9 *a* und 9 *b*, 24), (Fig. 10 *a* und 10 *b*, 24) sich als charakteristischer erster Sacralwirbel oder Fulcralis präsentirt. Wohl steht er etwas tiefer durch die Assimilation des 24. d. i. des 5. Lendenwirbels und Articulation desselben mit den Darmbeinen, aber mit seinem tieferen Stande, erkenntlich an dem vorderen abgerundeten Winkel, ist auch die Linea terminalis (Fig. 9 *b* und 10 *b*) mit ihrem hinteren Ende, welches gespalten ist, abwärts gerückt.

An diesem Falle hielt ich lange Zeit den 24. Wirbel für einen wirklichen Sacralwirbel, trotzdem dass mir dadurch Vieles nicht erklärlich war, und erst durch die Fixirung des Fulcralis wurde ich meinen Irrthum gewahr. Ich fand eben am ganzen Becken, dass der 24. Wirbel nahezu bis zum oberen Schenkel der Linea terminalis herabgesunken ist und das linke Foramen

sacrale primum, nun aber richtiger Foramen lumbo-sacrale nahezu den Stand eines normal situirten Foramen sacrale primum einnimmt. Bei Zerlegung des Beckens klärte sich Alles auf. Durch die bedeutende Articulation des 24. Wirbels mit dem Darmbeine namentlich links (Fig. 10 *b*, 24) wurde die Superficies articularis des 25. Wirbels, des eigentlichen ersten Kreuzwirbels nach abwärts verschoben, mit ihr die Linea terminalis abgeknickt und durch den tieferen Stand der Gelenkfläche des Fulcralis kam auch der 26. Wirbel tiefer zu stehen als wie gewöhnlich und der 27. Wirbel wird einer Articulation mit dem Darmbeine gar nicht theilhaftig; auf der rechten Seite walten ähnliche Verhältnisse nur im geringeren Masse ob. Das Becken ist, obwohl links die Assimilation des 24. Wirbel so bedeutend ist, doch so schief gebaut, wie das Becken des Falles Nr. 1, allwo die Assimilation rechts vorhanden war.

Nr. 5. Dieser Fall, Skelet eines alten Weibes, ist wohl als eine Completirung des vorhergehenden Falles anzusehen, aber nur insoferne, als der 24. Wirbel beiderseits sacral geformt ist, in dem Kreuzbeine aufgekommen ist, vollständig beiderseits mit den Darmbeinen articulirt und scheinbar als erster Sacralwirbel erscheint, während bei genauerer Untersuchung es sich zeigt, dass dieser 24. Wirbel dem praesacralen Abschnitte der Wirbelsäule angehört, weil er sich nicht in der Art mit den Darmbeinen verbindet, wie der Fulcralis, nicht dessen Charaktere trägt, welche der 25. Wirbel auch hier wieder eclatant zur Schau trägt. Sonst ähnliche Verhältnisse wie Nr. 4 nur symmetrisch ausgesprochen. Becken stark inclinirt. Beckenausgang durch das Tieferstehen des Kreuzbeines stark verengt. Zwei Promontorien, ein sehr deutliches zwischen dem 24. und 23. Wirbel, ein geringes zwischen dem 24. und 25., was wieder Veranlassung zu einer Täuschung geben kann, nämlich den 24. Wirbel als wahren ersten Sacralis zu diagnosticiren.

Nr. 6. Thorax eines erwachsenen männlichen Individiums. Ganz normale Verhältnisse mit Ausnahme, dass das Bruststück der Wirbelsäule um einen Wirbel vermindert ist, da dieser letztere vollständig die Charaktere eines Lendenwirbels an sich trägt und so den Lendenabschnitt der Wirbelsäule vermehrt. Weiterhin sind aber keine Consequenzen im Gefolge, der prae-

sacrale Abschnitt der Wirbelsäule besteht wie normal aus 24 Wirbeln.

Der 19. Wirbel hat ganz einfach seine costalen Elemente nicht zur Entwicklung gebracht, wie dies auch im nächsten Falle unter

Nr. 7 anzutreffen ist, an dem Skelete eines 15jährigen Italieners, allwo nebst den gleichen Verhältnissen wie sub Nr. 6 der 24. Wirbel gering lumbo sacral geformt ist.

Nr. 8. Skelet eines männlichen erwachsenen Individiums. 11 Rippen; der 19. Wirbel rechts wie ein Lendenwirbel geformt, links geformt wie Fig. 4, nur mangelt ihm die bei t_2 vorfindliche Gelenkfläche an deren Stelle ein kleines Höckerchen sitzt.

Der 25. Wirbel ist der Fulcralis. Der 24. ist links lumbosacral, rechts ein Theil des Sacrums, ganz gleiche Verhältnisse wie sub Nr. 4; nur sind die Seiten umgekehrt; das Kreuzbein endet in diesem Falle aber mit dem 28. Wirbel.

Nr. 9. Skelet eines 32 Jahre alten Mannes. Der 25. Wirbel ist der Fulcralis; der 24. gehört dem praesacralen Abschnitte an, ist aber durch seine Form und Coalition ein Theil des Kreuzbeines und täuscht einen wahren ersten Kreuzwirbel vor; der 19. Wirbel, ist lumbal geformt.

Nr. 10. Skelet eines männlichen Thorax; erwachsen, die gleichen Verhältnisse wie sub Nr. 9 ausnehmend den 19. Wirbel der geformt ist wie derselbe Wirbel sub Nr. 8.

Die in der Tabelle II. untergebrachten Fälle charakterisiren sich besonders dadurch, dass wir, als Fulcralis den 26. Wirbel antreffen, also der praesacrale Abschnitt der Wirbelsäule 25 Wirbel in sich begreift. Die Vermehrung kann entweder im Brust- oder Lendenstück der Wirbelsäule aufgetreten sein. Bei der Majorität ist die Vermehrung im Lendenstücke. Ein Übergang von der Tabelle I zur Tabelle II ist nicht vorhanden; da eben diese Wirbelsäulen als solche primär angelegt wurden. Der Verschiebung des Fulcralis folgt eine Verschiebung im Numerus der einzelnen Sacralwirbel; das Kreuzbein ist in allen Fällen aus dem 26.—30. aufgebaut.

Nr. 11. Thorax eines erwachsenen männlichen Individuums. Der Fulcralis ist der 26. Wirbel; 25 praesacrale, das Lendenstück ist um einen Wirbel vermehrt; der 25. ist rechts lumbo sacral

geformt, nicht coalirt an das Kreuz- oder Darmbein; links ist er rein lumbal geformt. Die Darmbeine steil; das Sacrum rechts gering tiefer stehend als links, herrührend von dem rechten tieferen Stand der Superficies fulcralis. Das Becken ähnlich dem sub Nr. 1.

Nr. 12. Skelet einer 26jährigen Frau, ähnliche Verhältnisse wie sub Nr. 11, der 25. Wirbel ist aber links lumbo-sacral; das Becken entgegengesetzt schief wie das sub Nr. 1.

Nr. 13. Skelet eines weiblichen erwachsenen Individuums; ganz gleich wie Nr. 11 und 12, mit Ausnahme, dass der 25. Wirbel beiderseits lumbo-sacral geformt ist. Becken symmetrisch stark inclinirt.

Nr. 14. Skelet eines 18 Monate alten Kindes; der 26. Wirbel ist der Fulcralis, der praesacrale Abschnitt beträgt 25 Wirbel. Die Vermehrung findet im Lendenstücke statt, da daselbst sechs reine Lendenwirbel gezählt werden können.

Solche Fälle, wie Nr. 14 sind, weisen noch fünf andere Wirbelsäulen vor.

Nr. 15. Thorax einer weiblichen erwachsenen Person; der 25. ist Fulcralis; 25 praesacrale Wirbel, 13 rippentragende Wirbel; die 12 Rippen je 180 Mm.; die 13. Rippe je 95 Mm. lang; der 21. Wirbel ist rechts rein lumbal, links wie Fig. 4 und 3 (die Abbildung des Wirbels von dieser Seite) gebildet.

Nr. 16. Gleiche Verhältnisse wie Nr. 15, betreffend die Verhältnisse der Wirbel; der 21. Wirbel ist aber beiderseits rein lumbal geformt. Der Thorax dieses neugeborenen männlichen Individuums zeigt aber in Bezug auf die Rippenformen mittheilungswerthe Abnormitäten. Es existiren nämlich rechts und links 13 Rippen bei Anwesenheit von 25 praesacralen Wirbeln, sieben Hals-, 13 Brust- und fünf Lendenwirbel. Links sind die drei ersten Rippen verkümmert, erreichen das Brustblatt nicht; am kürzesten ist die erste und diese ist an ihrem vordern Ende mit der zweiten und diese ebenso mit der dritten Rippe verwachsen. Im Zwischenraume der so coalirten Rippen und der Seite des Brustblattes befindet sich ein Intercostalmuskel, dessen horizontalziehende Fasern die drei Rippen an zwei ihnen vom Sternum entgegenkommende Knorpelstifte anheften. Auch ist auf dieser Seite die sechste Rippe oder der Knorpel der sechsten Rippe

unterbrochen; beide Theile gehen in ziemlich scharfe Spitzen aus; die sechs unteren Rippen endigen frei ohne einen Rippenbogen zu bilden. Rechterseits sind die erste und zweite Rippe gleichfalls verkümmert, doch lose; die dritte reicht im geschlossenen Bogen an das Sternum, die zwei ersten aber nicht, indem zwischen ihnen und den Knorpelstiften, die vom Brustblatte abgehen, auch nur Muskulatur eingeschaltet ist. Die siebente Rippe gleichfalls mit getheiltem Knorpel und die unteren fünf Rippen sind gleichfalls frei, ohne einen Rippenbogen zu bilden. Der M. scalenus anticus heftet sich beiderseits an die subpleurale Fascie an.

Aus dem Vorhergehenden resultirt, dass das an den Wirbelsäulen stets nur die praesacralen Abschnitte als homolog zu betrachten sind und dass, wenn man dieses feststellt, eine grosse Anzahl von „Anomalien" der einzelnen Wirbelsäulen vollständig hinwegfällt.

Wenn, wie wir in der ersten Tabelle gesehen haben der 24. Wirbel, normaliter der fünfte oder letzte Lendenwirbel in sechs Fällen lumbo-sacral geformt und vollständig sacral geformt, ja scheinbar den ersten Sacralwirbel darstellend, auch sechsmal angetroffen wird, so gehört dieser Wirbel doch stets noch immer dem praesacralen Abschnitte der Wirbelsäule an, da wir ihn nie als Fulcralis angetroffen haben und die ganze Anomalie besteht darin, dass es in ihm zur Entwicklung seiner costalen Elemente gekommen ist. Ob man nun einen solch umgestalteten Wirbel aus dem Lendenstücke der Wirbelsäule ausscheiden will oder nicht, da er sich in der Form von seinen Genossen unterscheidet, ist ganz gleichgiltig, sofern man diesen Wirbel nur der Rubrik der praesacralen Wirbel einverleibt lässt.

Wir finden ferner, dass nicht Consequenzen des Weiteren an der Wirbelsäule auftreten, in Folge weil der letzte Lumbalis seine Form geändert; der praesacrale Abschnitt der Wirbelsäule hat sich in allen Fällen ganz gleich verhalten und es sind sich diese einzelnen präsacralen Abschnitte der Wirbelsäule vollständig homolog. Ja auch nicht dasjenige, was schliesslich an dem ganzen Sachverhalte der Homologie doch nichts ändern würde, ist zu gewahren, nämlich, dass mit der Umformung der letzten Lumbalis in einen theilweise lumbo-sacralen Wirbel im Brustabschnitte der Wirbelsäule eine censecutive Veränderung

eintrete, da wir finden, dass nicht in allen Fällen der 19. Wirbel des Charakters eines Brustwirbels verlustig geworden ist; ähnliche Verhältnisse gelten mutatis mutandis für den postsacralen Theil der Wirbelsäule auch. Ich will hier noch gleich in Kürze des Wirbelformen gedenken, die von Rosenberg als lumbo-dorsale Übergangsformen bezeichnet werden. So wären auf der Tabelle I bei Nummer 8 der 19. Wirbel auf seiner linken Seite und bei Nummer 10 derselbe Wirbel auf seiner rechten Seite und bei Nr. 3 der 20. Wirbel beiderseits von Rosenberg als lumbo-dorsal bezeichnet worden. Ich kann diese Wirbel nicht lumbo-dorsal nennen; weil sie dies nicht sind; zu dem Charakter eines Dorsalwirbels gehört nebst einem Querfortsatze die Entwicklung einer Rippe, und zu dem einen Lendenwirbel das Fehlen dieser, aber die Entwicklung des Querfortsatzes.

Was den 20. Wirbel bei Nr. 3 anbelangt, so ist dieser ein vollständig reiner Lendenwirbel, nur ist seine Epiphysis transversa gelenkig angesetzt; solch ähnliche Fälle skizzirt Rosenberg als Dislocation der costalen Gelenkfläche des Wirbel, Verkümmerung des vertebralen Endes der Rippe, was aber doch keineswegs der Fall ist, wie aus dem Entwicklungsvorgange zu ersehen war. Was den 19. Wirbel sub Nr. 8 und 10 anbelangt, so sind diese Wirbel auf der einen Seite entschieden lumbal geformt, d. h. sie haben ihren Querfortsatz wie die anderen Wirbel gleichen Namens und auf der anderen Seite sind sie wegen Mangels einer Rippe und Querfortsatzes weder Brust- noch Lendenwirbel; es sind einfach defecte Wirbel. Die Stellung der Gelenkfortsätze können nicht jenen Werth beanspruchen, den man ihnen vindicirt, da auch an normalen Wirbeln frontal gestellte Gelenkfortsätze schief sagittal, und sagittale schief frontal gestellt angetroffen werden.

Die 2. Tabelle zeigt uns den praesacralen Abschnitt der Wirbelsäule im Vergleiche zur 1. Tabelle um einen Wirbel vermehrt und trotzdem ist der eine ganz praesacrale Abschnitt der Wirbelsäule von Tabelle II dem der Tabelle I homolog, weil der Fulcralis der bestimmende Wirbel ist. Die Tabelle II ist wohl entschieden nicht als ein Übergang von Tabelle I anzusehen, sondern die sich darbietenden Verhältnisse sind auf die ursprüngliche primäre Anlage der Wirbelsäule zurückführen. Wir sehen,

dass die einzelnen Abtheilungen des praesacralen Abschnittes sich beliebig gliedern können und dass der „überzählige“ Wirbel sowohl im Lendenstücke als im Bruststücke der Wirbelsäule auftreten kann.

Aus diesem Allen geht hervor, dass das Sacrum als solches ein, von den ersten Stadien der Entwicklung her, fertiges Gebilde ist, welches mit dem 25. oder 26. Wirbel der Reihe beginnt und vier weitere Wirbel folgen lässt.

Distal und proximal können secundäre Verbindungen der benachbarten Wirbel auftreten, aber die Feststellung des Fulcralis wird immer die eigentlichen Kreuzwirbel zur Anschauung bringen. Die lumbo-sacrale Form des letzten Lendenwirbels deutet uns nicht die stufenweise Überführung desselben in einen Sacralwirbel an, sondern beweist uns sein Stehenbleiben in der Entwicklung.

In Bezug auf die Coalitionen eines ersten Steisswirbels an den letzten sacralen Wirbel mag bemerkt werden, dass dies wohl auch sehr häufig erst während des extrauterinen Lebens sich ereignet.

Von der ursprünglichen Anlage des Sacrums hängen die Varietäten in Betreff des Numerus der Wirbel des praesacralen Abschnittes der Wirbelsäule ab, von derselben die Stellung der Darmbeine, welche je nachdem mehr proximalwärts oder distalwärts verschoben sind.

Tabelle I.

Praesacraler Abschnitt der Wirbelsäule.

Abschnitt			1		2		3	4		5	6	7	8		9	10	
		normal	r.	l.	r.	l.	r. u. l.	r.	l.	r. u. l.	r. u. l.	r. u. l.	l.	r.	r. u. l.	r.	l.
Bruststück	↑																
Bruststück																	
Bruststück																	
Bruststück																	
Bruststück	18						✱										
Bruststück	19						✱						✱			✱	
Lendenstück	20						✱										
Lendenstück	21																
Lendenstück	22																
Lendenstück	23																
Lendenstück	24		ls			ls	ls	ls				ls	ls				
Sacrum	25	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Sacrum	26																
Sacrum	27																
Sacrum	28																
Sacrum	29											sc				sc	sc
Steissbein	30																
Steissbein	31																
Steissbein	32																
Steissbein	33																
Steissbein	34				?	?		?	?	?		?				?	?

x —— x

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie de Médecine: Bulletin. 2ᵉ série, 46ᵉ année. Tome XI. Nrs. 5—9, Paris, 1882; 8⁰.

— Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Annuaire, 1882. 48ᵉ année. Bruxelles, 1882; 8⁰.

— — Bulletin. 50ᵉ année, 3ᵉ série, tome 2. Nr. 12. Bruxelles, 1881; 8⁰.

— de science royale: Öfversigt af Förhandlingar. 38ᵈᵉ Arg. 1881. N: ris 60. 7. Stockholm, 1881; 8⁰.

Accademia, R. delle Scienze di Torino: Atti. Vol. XVII, Disp. 1ᵃ (Novembre-Dicembre 1881) Torino; 8⁰.

— Gioenia di scienze naturali in Catania: Atti. Serie terza — tomo XIII. Catania, 1879; 4⁰. — Tomo XIV. Catania, 1879; 4⁰. — Tomo XV. Catania, 1881; 4⁰.

Akademie der Wissenschaften, königl. Preussische zu Berlin: Monatsbericht. December, 1881. Berlin, 1882; 8⁰.

— — Der Tempel der Athena Polias zu Pergamon von Richard Bohn. Berlin, 1881; 4⁰. — Ueber ein chinesisches Mengwerk, nebst einem Anhang linguistischer Verbesserungen zu zwei Bänden der Erdkunde Ritters von W. Schott. Berlin, 1881; 4⁰. Über die Weddas von Ceylon und ihre Beziehungen zu den Nachbarstämmen von R. Virchow. Berlin, 1881; 4⁰. -- Ueber die Messung psychischer Vorgänge von E. Zeller. Berlin, 1881; 4⁰.

— — k. b. zu München: Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe, 1882. Heft I. München, 1882; 8⁰.

— der Wissenschaften zu Krakau: Lud. Ser. XIV, 6. Heft. Krakow, 1881; 8⁰.

— — Katalog rękopisów biblijoteki universytetu Jagiellońskiego. Zeszyt 7 & 8 i ostatni. Krakow, 1881; 8⁰.

— — Pamiętnik. Tom szósty. W Krakowie, 1881; 4⁰.

Apotheker-Verein, allg. österr.: Zeitschrift nebst Anzeigen-Blatt. XX. Jahrgang Nr. 7. Wien, 1882; 8⁰.

British Museum: Catalogue of the birds. Vol. VI. London, 1881; 8⁰.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang VI, Nr. 10. Cöthen, 1882; 4⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome XCIV. Nr. 8. Paris, 1882; 4°.

Elektrotechnischer Verein: Elektrotechnische Zeitschrift. III. Jahrgang 1882. II. Heft. Berlin, 1882; 4°.

Gesellschaft, astronomische: Vierteljahrsschrift. XVI. Jahrgang. 4. Heft, Leipzig, 1881; 8°. — XVII. Jahrgang. 1. Heft. Leipzig, 1882; 8°.

— Deutsche chemische: Berichte. XV. Jahrgang Nr. 3. Berlin, 1882; 8°.

— deutsche entomologische: Zeitschrift. XXVI. Jahrgang (1882) I. Heft. Berlin, London, Paris, 1882; 8°.

— k. k. geographische in Wien: Mittheilungen. Band XXV. (n. F. XV.) Nr. 1. Wien, 1882; 8°.

— Festschrift aus Veranlassung der fünfundzwanzigjährigen Jubelfeier im December 1881 von Dr. J. Chavannne. Wien, 1881; 8°.

— der Wissenschaften zu Leipzig: Über die peripolaren Coordinaten Nr. V von C. Neumann. Leipzig, 1880; 4°. Die Vertheilung der Elektricität auf einer Kugelcalotte Nr. VI von C. Neumann. Leipzig, 1880; 4°. — Supplement zur Abhandlung über die Reduction elliptischer Integrale in reeller Form. Nr. II*a* von W. Scheibner. Leipzig, 1880; 4°.

— Berichte, 1880. I. u. II. Leipzig, 1880—81: 8°.

— Oberhessische für Natur- und Heilkunde. XX. Bericht. Giessen, 1881; 8°.

Governo, J. R. marittimo in Trieste e Governo R. marittimo in Fiume: Annuario marittimo per l'anno 1882. XXXII. Annata. Trieste, 1882; 8°.

Hydrographisches Amt k. k.: Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens. Vol. X Nr. 1 & 2. Pola, 1882; 8°.

Instituto geografico y estadistico; Memorias. Tomo III. Madrid, 1881; 8°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie für 1880. II. Heft. Giessen, 1881; 8°.

Journal für praktische Chemie. N. F. Band 25, 3. Heft. Leipzig 1882; 8°.

— the American of Otology. Vol. IV. Nr. 1. January, 1882. Boston; 8°.

Journal the American of Science. 3[d] séries. Vol. XXIII. Nr. 134. February 1882. New. Haven 1882; 8°.

Kriegsmarine, k. k.: Kundmachungen für Seefahrer und hydrographische Nachrichten. Jahrgang 1882. Heft 1. Pola. 1882; 8°.

Militär Comité, technisches und administratives: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens. Jahrgang 1882. I. Heft. Wien, 1882; 8°.

Moniteur scientifique du Dr. Quesneville: Journal mensuel. 26[e] année, 3[e] série. Tome XII. 482[e] et 483[e]. livraisons. Fevrier et Mars 1882. Paris; 8°.

Nature. Vol. XXV. Nr. 644. London, 1882; 8°.

Observatory, The: A monthly review of astronomy. Nrs. 58 & 59. London, 1882: 8°.

Société botanique de France: Bulletin. Tome XXVIII. Comptes rendus des séances. 5. Paris, 1881; 8°. — Revue bibliographique D. Paris, 1881; 8°.

— mathematique de France: Bulletin. Tome IX, Nr. 5. Paris, 1881; 8°.

— des Ingénieurs civils: Mémoires et compte rendu des travaux, 4[e] série, 34[e] année, 12[e] cahier. Paris, 1881; 8°.

— Impériale des Naturalistes de Moscou: Nouveaux Mémoires. Tome XIV. Livraison 2. Moscou 1881; 4°.

— — Bulletin. Année 1881. Nr. 2. Moscou, 1881; 8°.

Society, the American geographical of New-York: Journal. Vol. XI & XII. New-York, 1879 & 1880; 8°.

— — Bulletin. 1881. Nr. 2. New-York 1881; 8°.

— the literary and philosophical of Liverpool: Proceedings during the sixtyseventh session 1877—78. Nr. XXXII. London, Liverpool, 1878; 8°.

— the royal microscopical: Journal: Ser. II. Vol. II. Part 1. February 1882. London and Edinburgh; 8°.

Verein entomologischer in Stockholm: Entomologisk Tidskrift. Band I. 1881. Heft 3 & 4, Stockholm, 1881—82; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXII. Jahrgang, Nr. 9. Wien, 1882; 4°.

Wissenschaftlicher Club in Wien: Monatsblätter. III. Jahrgang Nr. 5. Wien, 1882; 8°. Ausserordentliche Beilagen Nr. 1 & 2. Wien, 1882; 8°. — Jahresbericht 1881—82. Wien 1882; 8°.

Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie.

(Aus dem physiologischen Institute zu Prag.)

Neunte Mittheilung.

Über Nervenreizung durch den Nervenstrom.

Von **Ewald Hering**,
Professor der Physiologie.

Am Schlusse meiner Mittheilung[1] über directe Muskelreizung durch den Muskelstrom habe ich versprochen, analoge Beobachtungen am Nerven mitzutheilen, und darauf hingewiesen, dass auch Reizung des Nerven durch den Nervenstrom öfter vorkomme und leichter herbeizuführen sei, als man bisher geglaubt habe. Da jedoch im Winter 1879 die mir noch zur Verfügung stehenden Frösche plötzlich zu den bezüglichen Versuchen unbrauchbar wurden, war ich damals genöthigt, meine Untersuchungen abzubrechen.

Seitdem hat Kühne[2] Beobachtungen über Reizung des Nerven durch den eigenen Strom mitgetheilt, welche ich im Folgenden zu bestätigen Gelegenheit haben werde. Meine Untersuchungen gehen jedoch in vielen Beziehungen weiter, und insbesondere ist es mir gelungen, wahre secundäre Zuckung und wahren secundären Tetanus vom Nerven aus zu erzielen, was weder du Bois-Reymond noch Kühne glücken wollte, und ich habe so sichere Bedingungen für das Gelingen dieser Versuche gefunden, dass es fortan für Jeden ein Leichtes sein wird, sie mit Erfolg zu wiederholen.

---

[1] Diese Berichte LXXIX. Bd., III. Abth., S. 7.

[2] Untersuch. aus d. physiol. Inst. zu Heidelberg, III. Bd., S. 90, 1879.

I.

Erregung des Nerven durch den eigenen Strom.

Du Bois-Reymond's Versuch.

Dass man den mit Querschnitt versehenen Nerven durch seinen eigenen Strom erregen kann, zeigte bekanntlich du Bois-Reymond. Er legte das Hirnende des mit dem Unterschenkel zusammenhängenden Nervus ischiadicus mit Querschnitt und Längsschnitt auf die mit Eiweisshäutchen bekleideten Bäusche seiner Trogelektroden, deren Gleichartigkeit zuvor durch den Multiplicator sicher gestellt war, und schloss und öffnete den Nervenstrom mittels eines Quecksilberschlüssels. „Beim Schliessen und auch manchmal beim Öffnen zuckte der Schenkel, in einigen Fällen auch nur beim Öffnen“.[1]

Später hat du Bois-Reymond den Versuch durch Weglassung aller metallischen Leiter vereinfacht, indem er zwei leitende Bäusche in einigen Millimetern Entfernung nebeneinander auf eine nicht leitende Unterlage brachte, den Nerv mit Quer- und Längsschnitt auf beide Bäusche auflegte und mit einem dritten den Nervenstrom schloss.[2]

Da diese Methode zwar eine rasche Schliessung des Stromes beim Aufwerfen des dritten Bausches, aber nur eine minder schnelle Öffnung beim Entfernen desselben gestattet, so ist es zweckmässig, die beiden Bäusche, auf welchen der Nerv liegt, zur Hälfte über den Rand einer Glasplatte frei herabhängen zu lassen und ein mit Kochsalzlösung gefülltes Gefäss von unten her rasch zu nähern, so dass die Bäusche plötzlich eintauchen, und behufs der Öffnung des Stromes das Gefäss rasch wieder zu senken.

Statt der Bäusche kann man auch Blöcke von Kochsalzthon benützen, welcher den Vortheil hat, sich leicht in jede beliebige Form bringen zu lassen. Dies ist die Methode, deren sich Kühne vorzugsweise bedient hat, und die auch ich vielfach angewendet habe. Ich knetete den Thon mit concentrirter Kochsalzlösung an,

[1] Untersuch. über thier. Elektr., II. Bd., S. 273, 1849.

[2] Fortschritte der Physik, IV. Jahrg., S. 314, 1852.

benützte ebensolchen auch zur Schliessung des Stromes und schützte den aufgelegten Nerven vor der Wirkung der concentrirten Lösung dadurch, dass ich die bezüglichen Stellen der beiden Thonblöcke mit einer dünnen Schichte eines anderen Thones oder mit Fliesspapier bedeckte, welche mit 0·6-procentiger Kochsalzlösung durchtränkt waren. Übrigens genügt es auch, die Thonblöcke selbst aus der letztgenannten Thonart zu formen und die Schliessung mit 0·6-procentiger Kochsalzlösung zu bewirken, wenn man es mit hinreichend erregbaren Nerven zu thun hat.

Die Zuckungen, welche man auf diese Weise erhält, sind, wie auch Kühne hervorhebt, im günstigen Falle sehr energische. Die Öffnungszuckungen sind gewöhnlich schwächer, oder fehlen ganz; bisweilen aber werden auch sie stark, wie ebenfalls schon Kühne angibt. Endlich kann ich auch die Angabe du Bois-Reymond's bestätigen, dass bisweilen nur Öffnungszuckung auftritt.

In allen Fällen, wo es darauf ankommt, die Schliessungszuckungen mit den Öffnungszuckungen oder die Schliessungszuckungen unter sich bei verschiedener Länge der interpolaren Strecke zu vergleichen, wird es zweckmässig sein, die ursprüngliche Methode du Bois-Reymond's mit metallischer Schliessung des Stromkreises anzuwenden und eine Vorrichtung zu benutzen, welche für eine immer gleiche Geschwindigkeit des Schliessens oder Öffnens Gewähr leistet. Hiebei müsste man freilich die Gleichartigkeit der unpolarisirbaren Elektroden aufs strengste überwachen, weil jeder Nerv, der auf seinen eigenen Strom reagirt, auch gegenüber den schwächsten zugeleiteten Strömen ausserordentlich empfindlich ist, vorausgesetzt, dass sie in dem aufliegenden Nervenstücke dieselbe Richtung haben, wie der Nervenstrom selbst. Die Schliessung mittelst einer Flüssigkeit oder durch einen leitenden Bausch lässt sich, wenigstens aus freier Hand, nicht mit genügender Regelmässigkeit ausführen, und man erhält, wenn die Zuckungen nicht an sich sehr kräftig sind, trotz möglichst gleicher Geschwindigkeit des Hebens oder Senkens des die Schliessungsflüssigkeit enthaltenden Gefässes unmittelbar nach einander merklich verschieden grosse Zuckungen.

Empfindliche Präparate gaben mir noch kräftige Schliessungs- und Öffnungszuckungen, als ich die zwischen den Thonblöcken liegende Nervenstrecke bis auf einen Centimeter verlängert hatte, und einmal erhielt ich noch Schliessungszuckungen, als jene Strecke 25 Mm. betrug. Von welchen Umständen das Auftreten oder das Überwiegen der Öffnungszuckung abhängt, habe ich nicht näher untersucht.

Gleichwohl will ich nicht unterlassen zu erwähnen, dass diese Öffnungszuckung, wenn man gewisse Annahmen über die sogenannte innere Schliessung des Nervenstroms zulässt, nicht als eigentliche Öffnungszuckung, sondern auch als eine Schliessungszuckung durch den Nervenstrom anzusehen ist.

Da man an einem und demselben Präparate in der oben beschriebenen Weise eine lange Reihe von Schliessungs-, beziehungsweise Öffnungszuckungen erhalten kann, so braucht man nur die Schliessungen und Öffnungen rasch genug aufeinander folgen zu lassen, um den Nerven, ebenso wie durch Unterbrechungen eines Kettenstromes, zu tetanisiren. Kühne benützte hiezu einen vibrirenden Quecksilberschlüssel. Ich hielt es für zweckmässig, auch hier jedes Metall im Schliessungskreise zu vermeiden, theils um der Prüfung der Gleichartigkeit der Elektroden mittels des Galvanometers überhoben zu sein, theils um einen „Tetanus ohne Metalle“ zu demonstriren. Zu diesem Zwecke liess ich den Bausch, welcher bei dem Versuche du Bois-Reymond's als Schliessungsbausch dient, am Ende eines Stabes befestigen, welcher in vibrirende Bewegung gesetzt wurde, so dass der Bausch, wie der Hammer an Heidenhain's Tetanomotor, in schnellem Rhythmus auf die beiden Thonblöcke, über welche der Nerv gebrückt war, aufgedrückt und wieder abgehoben wurde. Anfangs benützte ich hiezu einen grossen Neef'schen Hammer, welcher einige Male einen sehr kräftigen Tetanus erzeugte, oft aber versagte, weil die Bewegungsamplitude des Schliessungsbausches zu klein war, und sich Flüssigkeitsfäden zwischen diesem Bausche und den beiden Thonblöcken bildeten, wodurch die Öffnung des Stromes vereitelt wurde. Schliesslich bewährte sich mir ein kleiner, zu diesem Zwecke construirter Apparat, welchen ich als Tetanomotor zur Herstellung eines „Tetanus

ohne Metalle" bezeichnen möchte. Bei diesem Apparate werden die raschen Hebungen und Senkungen des Schliessungsbausches dadurch herbeigeführt, dass die Zähne eines rotirenden Zahnrades den einarmigen Hebel, an dessen freiem Ende der Schliessungsbausch befestigt ist, heben, und eine am Hebel befestigte Feder ihn nach jeder Hebung wieder herabzieht. Durch eine Stellschraube lässt sich die Amplitude der Bewegungen des Schliessungsbausches genau regeln, während die Zahl der Schliessungen und Öffnungen sich durch die Geschwindigkeit der Drehung des Rades variiren lässt.

Erregung des Nerven beim Herabfallen desselben auf feuchte Leiter.

Das einfachste Mittel, eine Erregung des Nerven durch seinen eigenen Strom herbeizuführen, besteht darin, dass man sein Endstück auf einen anderen stromlosen feuchten Leiter fallen lässt. Minder zweckmässig ist das Fallenlassen auf Platin oder amalgamirtes Zink, einerseits wegen der augenblicklichen Polarisation, andererseits wegen der Einmischung von Strömen durch Ungleichartigkeit der berührten Stellen des Metalls. Die nur bei zu trockenem Nerven bestehende Möglichkeit einer mechanischen Reizung lässt sich leicht durch Controlversuche mit Nichtleitern ausschliessen.

Während das Fallenlassen des Nervenendes auf einen Tropfen Lymphe, Blutserum oder schwache Kochsalzlösung meist nur einmal von Erfolg ist, weil die beim Wiederaufheben am Nerven haften bleibende Flüssigkeit dem Strome eine dauernde relativ gute Nebenschliessung gibt, lässt sich der Versuch öfter wiederholen, wenn man den Nerven auf einen geronnenen Blutstropfen oder auf einen Thonblock fallen lässt, der mit Kochsalzlösung von 0·6% hergestellt ist.

Dass auch eine Zuckung erfolgt, wenn das Nervenendstück auf einen völlig stromlosen Muskel oder auf ein anderes stromloses Organ fällt, ist nach dem Gesagten selbstverständlich. Lässt man also in üblicher Weise den Schenkelnerven, der noch mit dem Unterschenkel in Verbindung ist, auf den Wadenmuskel fallen, so ist eine erfolgende Zuckung kein genügender Beweis dafür, dass der Nerv durch einen Muskelstrom erregt wurde, wenn dies auch meistens der Fall sein wird. Bei diesem ebenso beliebten

als unreinen Versuche kann demnach, falls der Unterschenkel enthäutet ist, noch aus drei verschiedenen Gründen eine Zuckung erfolgen: entweder weil der Unterschenkel einen für die Reizung genügenden aufsteigenden Strom gibt, welcher den Nerven von seiner Eintrittsstelle in den Muskel bis zu dem Punkte seiner Berührung mit dem Wadenmuskel durchfliesst, oder weil der Nerv insbesondere auf elektrisch differente Stellen des Wadenmuskels zu liegen kommt, oder endlich, weil der Muskel dem Strome des Nerven plötzliche Nebenschliessung gibt. Selbstverständlich concurriren meist alle drei Factoren und können sich auch gegenseitig beinträchtigen.

Czermak fand [1], „dass ein stromprüfender Froschschenkel eine Schliessungszuckung zeigt, wenn man seinen mit einem Glasstabe aufgenommenen Nerven plötzlich auf den natürlichen Längsschnitt eines in partieller idiomuskulärer Contraction befindlichen Kaninchen- oder Taubenmuskels in der Art fallen lässt, dass er den contrahirten und den nichtcontrahirten Theil der gereizten Fasern gleichzeitig berührt“. Er bemerkt dabei, dass „sehr reizbare Froschschenkel“ auch zuckten, wenn ihre Nerven auf den unveränderten natürlichen Längsschnitt des Muskels herabfielen, und er erklärt dies durch die Annahme schwacher Ströme des natürlichen Längsschnittes. Aber Czermak fand auch, dass „Froschschenkel von höchster Erregbarkeit“ deutliche, mitunter sogar sehr heftige Zuckungen gaben, wenn er ihren Nerven auf ruhende Theile des Darmes von Kaninchen oder auf die Nieren oder die Leber dieser Thiere herabfallen liess. Aus solchen Zuckungen auf einen von den genannten Geweben ausgehenden Strom zu schliessen, ist also unzulässig, so lange man sich nicht durch passende Controlversuche überzeugt hat, dass der Nerv nicht schon auf Nebenschliessung des eigenen Stromes reagirt.

Kühne [2] hat bereits darauf hingewiesen, dass Donders mit Unrecht Zuckungen des stromprüfenden Froschschenkels, welche beim Auffallen seines Nerven auf den Herzbeutel während

---

[1] Über secundäre Zuckung von theilweise gereizten Muskeln aus. Sitzungsberichte dieser Akad. 1857 und Gesammelte Schriften I. Bd., S. 429. Leipzig 1879.

[2] l. c. S. 85.

der Herzpausen auftreten können, ohne weiteres als Effect des Herzmuskelstromes betrachtet habe, und dass man dieselben Zuckungen erhalten kann, wenn man den Nerven auf den Herzbeutel fallen lässt, nachdem man das Herz herausgenommen hat.

Interferenz zwischen Nervenstrom und künstlichem Strom.

Der Erfolg der elektrischen Reizung eines Nerven in der Nähe seines Querschnittes ist so wesentlich durch den vorhandenen Nervenstrom mitbedingt, dass die hiehergehörigen Erscheinungen ohne Rücksicht auf diesen Strom zum Theil ganz unverständlich bleiben.

Wie das Tageblatt der 54. Versammlung der deutschen Naturforscher in Salzburg berichtet, hat daselbst Grützner neuerdings auf die zum Theil schon aus Pflüger's Untersuchungen über den Elektrotonus [1] hervorgehende Bedeutung des Nervenstromes für die Erregbarkeit des eigenen oder eines anliegenden Nerven hingewiesen. Er erwähnte, [2] „dass für den Erfolg einer Reizung mit constanten oder Inductionsströmen von ausserordentlicher Wichtigkeit sind die in dem Nerven selbst, namentlich in der Nähe des Querschnittes, in der Nähe abgehender Äste, sowie der physiologischen Endigungen in der Peripherie und im Centrum nachweisbaren Nervenströme, welche sich zu den Reizströmen algebraisch summiren und deren Wirkung verstärken oder verringern. Hierdurch erklären sich die Angaben über die verschiedene Erregbarkeit eines Nervenstammes in verschiedenen Stellen seines Verlaufes, sowie die schwankenden Resultate bei Reizung mit schwachen Strömen".

Da hiernach ausführlichere Mittheilungen von Grützner zu erwarten sind, will ich mich hier darauf beschränken, einen besonderen, an die oben besprochenen Thatsachen unmittelbar anschliessenden Fall zu erörtern, welcher desshalb von Interesse ist, weil in demselben eine eigentlich durch Schliessung eines Nervenstromzweiges bedingte Zuckung als durch Öffnung eines schwachen Kettenstromes bewirkt erscheint, und umgekehrt eine durch Öffnung eines Nervenstromzweiges herbeigeführte Zuckung

---

[1] S. 151.
[2] l. c. S. 119.

als die Folge der Schliessung eines schwachen Kettenstromes; **ein Fall also, in welchem thatsächlich eine Schliessungszuckung mit einer Öffnungszuckung verwechselt werden kann und umgekehrt.**

Angenommen, man bedient sich eines Rheochords, um einen Kettenstromzweig durch den Nerven zu schicken, und schaltet den Schlüssel zwischen dem Rheochord und den durchaus gleichartigen unpolarisirbaren Elektroden ein, so wird, falls der Nerv mit Querschnitt und Längsschnitt auf den Elektroden liegt, der Schlüssel dem Nervenstrome eine Nebenschliessung geben, und es wird eine Zuckung in Folge dieser Schliessung auftreten können, auch wenn das Rheochord noch gar nicht mit der Kette in Verbindung gesetzt ist. Ebenso wird in selteneren Fällen eine Zuckung erfolgen können, sobald man den Kreis wieder öffnet, welcher durch Nerv und Rheochord und die, beide miteinander verbindende Leitung gebildet wird, und den ich den **Nervenkreis** nennen will. Für das Folgende soll zunächst ein Präparat angenommen werden, welches unter den genannten Umständen sowohl Schliessungs- als Öffnungszuckung durch den Nervenstrom gibt.

Wird nun das Rheochord derart mit der Kette verbunden, dass der Zweigstrom derselben im Nerven aufsteigend gerichtet ist, so wird er dem durch den Nervenkreis gehenden Nervenstrom entgegengerichtet sein und letzteren bei passender Intensität genau compensiren können,[1] welchen besonderen Fall wir jetzt annehmen wollen. Die Folge wird sein, dass die Schliessung des Nervenkreises keine Zuckung mehr gibt, weil trotz der Schliessung in den, Nerv und Rheochord verbindenden Leitern weder der Zweigstrom der Kette noch der Zweigstrom des Nerven entstehen, und demzufolge der Nerv keine elektrische Schwankung erfahren kann. Ebensowenig wird bei der Öffnung des Nervenkreises eine

---

[1] Ich brauche wohl kaum zu bemerken, dass ich hier von der Compensation des Nervenstromes nicht im eigentlichen, sondern nur im gebräuchlichen Sinne des Wortes rede. Denn es handelt sich nicht eigentlich um die Compensation des Stromes im Nerven, sondern nur um Compensation des Zweigstromes in den Leitern welche Nerv und Rheochord verbinden.

Zuckung auftreten können, obwohl eine solche vor Einmischung des Kettenstromes vorhanden war.

Ganz anders wird sich das Präparat verhalten, wenn man einen Schlüssel zwischen Kette und Rheochord, oder, wie ich kurz sagen will, im Kettenkreise anbringt. Wird dieser geschlossen, nachdem zuvor schon der Nervenkreis geschlossen war, so wird dies für den Nerven soviel bedeuten, als würde der Nervenkreis geöffnet, und das Präparat wird zucken. Was jetzt als eine Schliessungswirkung des Stromzweiges der Kette erscheint, ist in Wirklichkeit eine Öffnungswirkung des Nervenstromes.[1] Man erhält also unter den genannten Umständen eine Zuckung, wenn man bei schon geschlossenem Nervenkreise den Kettenkreis schliesst, dagegen keine Zuckung, wenn man bei schon geschlossenem Kettenkreise den Nervenkreis schliesst.

Öffnet man, nachdem beide Kreise geschlossen wurden, den Schlüssel des Kettenkreises, so wird die Compensation des Nervenstromes im Nervenkreise wieder beseitigt, und das Präparat zuckt, weil der Nervenstrom gleichsam neue Schliessung findet. Was jetzt als eine Öffnungswirkung des Zweigstromes der Kette erscheint, ist also thatsächlich eine Schliessungswirkung des Nervenstromes. Man erhält also unter den angeführten Bedingungen eine Zuckung, wenn man nach vorangegangener Schliessung beider Kreise den Kettenkreis öffnet, dagegen keine, wenn man den Nervenkreis öffnet.

Ist der Zweigstrom der Kette zu schwach, um den Nervenstrom im Nervenkreise zu compensiren, so wird sich gleichwohl sein Einfluss in demselben Sinne, wenn auch nicht in demselben Maasse geltend machen. Ist er dagegen etwas stärker, als zur Compensation erforderlich ist, so wird der Nerv nach Schliessung beider Kreise thatsächlich aufsteigend, wenn auch so zu sagen nur von dem Reste des Kettenzweigstromes durchflossen. Schliesst man also bei schon geschlossenem Kettenkreise den Nervenkreis, so bekommt man keine Zuckung, sofern der Kettenstromzweig

---

[1] Dass unter gewissen Voraussetzungen die Öffnungszuckung durch den Nervenstrom im Grunde nur als eine neue Schliessungszuckung durch den Nervenstrom anzusehen wäre, wurde schon S. 4 erwähnt.

nicht allzustark ist; schliesst man dagegen bei schon geschlossenem Nervenkreise den Kettenkreis, so gesellt sich zur schwachen und an sich ungenügenden Schliessungswirkung des Zweigstromes der Kette die Öffnungswirkung des Nervenstromes und man erhält eine Zuckung. Öffnet man bei zuvor geschlossenem Kettenkreise den Nervenkreis, so erfolgt keine Zuckung, immer vorausgesetzt, dass der im Nerven aufsteigende Kettenstrom nicht so stark ist, dass er trotz seiner theilweisen Compensation durch den Nervenstrom an sich schon Öffnungszuckung geben müsste. Öffnet man dagegen bei geschlossenem Nervenkreise den Kettenkreis, so findet der Nervenstrom gleichsam neue Nebenschliessung, und es erfolgt eine Zuckung, welche hier noch verstärkt wird durch den Einfluss der Volta'schen Alternative. Denn falls die Wirkung der letzteren darauf beruht, dass eine Nervenstelle, welche zuvor Eintrittsstelle des Stromes war, an Empfindlichkeit für die Erregung durch einen ebendaselbst austretenden Strom gewonnen hat, so wird jetzt die Schliessungswirkung des Nervenstromes um so stärker sein. Von Einflüssen, welche etwaige Polarisationsströme haben könnten, weil dieselben bei Öffnung des Kettenkreises ebenfalls Schliessung im Nervenkreise finden, will ich hier ganz absehen.

Alle hier erörterten Umstände kommen auch dann in Betracht, wenn das Präparat bei blosser Schliessung oder Öffnung des Nervenkreises unter Ausschluss jedes Kettenstromes keine Zuckung gibt. Denn der Nervenstrom ist auch in diesem Falle vorhanden, und sein Einfluss macht sich in demselben Sinne geltend.

Daher erhält man überhaupt, wenn man mit den schwächsten, durch den Querschnitt des Nerven austretenden Stromzweigen der Kette zu arbeiten beginnt, die „Öffnungszuckung“ zuerst bei Öffnung des Kettenkreises und erst mit wesentlich stärkeren Strömen auch bei Öffnung des Nervenkreises; und analog zeigt sich die „Schliessungszuckung“ zunächst bei Schliessung des Kettenkreises und erst bei Verstärkung des Stromzweiges auch bei Schliessung im Nervenkreise.

Bis hierher haben wir angenommen, dass der schwache Zweigstrom der Kette durch den Querschnitt des Nerven austritt.

Ist das Entgegengesetzte der Fall, so wird der Erfolg ebenfalls verschieden sein, je nachdem der Kettenkreis bei schon geschlossenem Nervenkreise geschlossen, oder umgekehrt verfahren wird. Denn ersteren Falls wird in die Längsschnittelektrode bereits ein Strom, nämlich der des Nerven eintreten, welcher durch das Hinzutreten des Kettenstromzweiges nur einen Zuwachs erhält. Wird aber der Nervenkreis erst nach dem Kettenkreise geschlossen, so addiren sich der Nervenstrom und der Kettenstromzweig schon im Augenblicke der Schliessung, und demnach wird der Erfolg der letzteren ein grösserer sein. Ebenso verschwinden bei Öffnung im Nervenkreise beide Ströme gleichzeitig.

In der That erhält man, wenn man mit dem schwächsten, durch den Querschnitt des Nerven eintretenden Strome beginnt, die Schliessungszuckung zuerst bei Schliessung im Nervenkreise und erst bei stärkeren Strömen auch bei Schliessung im Kettenkreise. Das Analoge gilt von den Öffnungszuckungen.

Biedermann[1] hat neuerdings die relative Unwirksamkeit eines durch den Querschnitt des Nerven austretenden Stromes näher untersucht und besonders bei den Nerven der Warmblüter sehr auffällig gefunden. Hierbei ist zu bedenken, dass man an einem, den Nerven längs durchfliessenden Strome diejenigen Stromfäden, welche in der eigentlich erregbaren Substanz der Nervenfaser verlaufen, als die physiologisch wesentlichen zu unterscheiden hat von den physiologisch unwesentlichen, welche in den übrigen, lediglich als physikalische Leiter fungirenden Bestandtheilen des Nerven ihren Weg nehmen. Die Stellen, wo einer jener wesentlichen Stromfäden in die erregbare Substanz einer Nervenfaser ein- oder aus derselben austritt, sind als die physiologischen An- oder Kathoden des Stromes anzusehen. Wenn nun die eigentliche nervöse Substanz einer Nervenfaser eine elektromotorisch wirksame Stelle hat, wie wir sie nach Herrmann in der Nähe eines künstlichen Querschnittes der Faser annehmen können, und der an dieser Stelle erzeugte Strom hat die entgegengesetzte Richtung als wie der gedachte Stromfaden des Ketten-

[1] Beiträge zur allg. Nerven- u. Muskelphysiol., VII. Mitth. S. diese Berichte LXXXIII. Bd., III. Abth., S. 289, 1881.

stromes, so kann begreiflicher Weise von einem Durchtritte des letzteren durch die elektromotorisch wirksame Stelle der Faser erst dann die Rede sein, wenn der hier entstehende Nervenstrom durch den zugeleiteten Strom übercompensirt ist, wozu ein relativ sehr starker Kettenstrom nöthig sein würde. Falls nun ferner der elektrische Strom wirklich den Nerven nur da erregt, wo er aus der erregbaren Substanz desselben austritt, so wäre eine Erregung durch einen am Querschnitt austretenden Strom so lange überhaupt nicht denkbar, als dieser Strom nicht stark genug ist, um den Nervenstrom an den Orten seiner Entstehung zu übercompensiren. Inwiefern der Strom, sobald er die zu dieser inneren Compensation des Nervenstromes nöthige locale Stärke oder Dichte überschreitet, so zu sagen mit seinem Reste an der elektromotorischen Stelle der Nervensubstanz erregend wirken könnte, muss übrigens wegen der hier bestehenden Alteration der Nervensubstanz dahingestellt bleiben. Jenseits derselben findet er überhaupt keine erregbare Substanz mehr.

Eine analoge Betrachtung kann man betreffs der von Biedermann gefundenen relativen Unwirksamkeit der durch den künstlichen Querschnitt des Muskels austretenden Ströme anstellen.

Ich brauche kaum zu betonen, dass das hier Gesagte mit den theoretischen Voraussetzungen, auf denen es beruht, steht und fällt.

Über die Neigung kalt aufbewahrter Frösche zu tetanischer Erregung.

Die zu meinen Versuchen benützten Frösche waren bereits einige Monate hindurch in einem Keller von beiläufig 0° aufbewahrt worden. Da ich sie entweder für jede Versuchsreihe frisch aus dem Keller holen liess oder wenigstens nur solche benützte, die sich zwischen dem Doppelfenster bei einer Aussentemperatur unter 0° befunden hatten, so zeigten diese Frösche mit wenigen Ausnahmen die schon von Pflüger[1] betonte grosse Neigung zu tetanischer Erregung.

Dies galt insbesondere von Rana esculenta, während Rana temporaria auffallend weniger zum Tetanus neigte. Was ich im

[1] Untersuch. über d. Physiol. d. Elektrotonus. S. 133.

Folgenden mittheile, bezieht sich daher im Allgemeinen auf Wasserfrösche; bei Versuchen, welche an Landfröschen angestellt wurden, habe ich dies ausdrücklich angemerkt.

Durchschnitt ich einer Rana esculenta, die im Kalten aufbewahrt war, kurz gesagt einem Kaltfrosche das Rückenmark, so brach in den untern Extremitäten nur äusserst selten ein Tetanus aus, fast regelmässig aber dann, wenn der Schnitt durch die Wirbelsäule so tief geführt wurde, dass er schon die Wurzeln traf; ebenso trat der Tetanus ein, wenn ich den Plexus ischiadicus durchschnitt. Die Heftigkeit des Tetanus war ausserordentlich verschieden; bisweilen verfielen die Beine in einen langdauernden ruhigen Starrkrampf, der sich erst allmälig in klonische Krämpfe auflöste, bisweilen war der Krampf von vornherein nur klonisch. Ebenso verschieden war die Dauer, die sich zuweilen bis auf vier Minuten erstreckte. In der Regel schloss sich der Krampf unmittelbar an die durch den Schnitt bedingten Zuckungen an; zuweilen jedoch verflossen nach Ablauf dieser Zuckungen mehrere und bis zu sechs Sekunden, ehe das nach dem Schnitt wieder ganz ruhig gewordene Präparat abermals zu zucken begann. Es war dies immer ein Zeichen einer minder grossen Disposition zum Tetanus.

Ich habe diesen von Pflüger nicht erwähnten, aber gewiss ihm wie anderen Beobachtern bekannten, sehr merkwürdigen Tetanus nach Durchschneidung des Nerven zum Gegenstande besonderer Untersuchung gemacht, will aber hier nur dasjenige erwähnen, was in näherer Beziehung zum Folgenden steht. Dahin gehört erstens die Thatsache, dass ein neuer Schnitt nach eingetretener Ruhe der Muskeln die Krämpfe gewöhnlich abermals zum Ausbruch brachte, wenn sie auch durchschnittlich nach jedem neuen Schnitte schwächer wurden. Zweitens ist hervorzuheben, dass die Krämpfe durchschnittlich um so stärker und andauernder waren, je höher oben der Nerv durchschnitten wurde. Durchschnitt ich gleichzeitig einerseits den Plexus ischiadicus, anderseits den Nervus ischiadicus am Oberschenkel oder gar über dem Knie, und verglich ich die beiderseits am Unterschenkel auftretenden Krämpfe, nachdem ich die Knie fixirt hatte, um jede von den Oberschenkelmuskeln bedingte Bewegung auszuschliessen, so fand ich durchschnittlich die Krämpfe viel

schwächer und kürzer auf der Seite des tieferen Schnittes, beziehungsweise fehlten sie auf derselben ganz, auch wenn sie auf der anderen Seite sehr ausgesprochen waren. Wer nur einige wenige derartige Versuche macht, wird die eben aufgestellte Regel vielleicht nicht sogleich bestätigt finden; denn es kommen mancherlei Ausnahmen vor, deren Ursachen sich nur bisweilen nachweisen lassen. So kann z. B. die Nachbarschaft verletzter und deshalb elektromotorischer Muskeln störend eingreifen. Bei meinen vielen Versuchen aber trat die erwähnte Regel mit voller Deutlichkeit hervor.

Präparate, welche bei Durchschneidung der Nerven heftige tetanische Erscheinungen zeigten, reagirten oft schon vor der Durchschneidung auf Schliessung oder Öffnung selbst der schwächsten, nur eben wirksamen Kettenströme tetanisch. Reine Zuckungen waren seltener und traten meist dann auf, wenn der Kettenstrom mehrmals hintereinander in derselben Richtung geschlossen wurde; die erste Schliessung gab z. B. wirklichen Schliessungstetanus, die zweite klonische Unruhe, die dritte nur noch eine Zuckung. Wendungen des Stromes führten dann wieder Tetanus herbei.

Noch entschiedener trat dies Alles hervor, wenn ich den Nerven durchschnitt und die Elektroden des Kettenstromes einerseits am Querschnitte, anderseits am Längsschnitte anlegte. Bei absteigendem Strome erhielt ich dann selbst durch äusserst schwache Ströme den kräftigsten Schliessungstetanus, bei aufsteigendem Strome ebensolchen Öffnungstetanus. Auch Präparate, welche die Durchschneidung nicht mit tetanischer Unruhe beantworteten, verfielen, sofern sie nur von Kaltfröschen herrührten, in kräftigen Schliessungstetanus, sobald ich sie am Querschnitt absteigend durchströmende, oder einen aufsteigenden, am Querschnitt austretenden Strom wieder öffnete. Die unpolarisirbaren Elektroden hatten dabei nur 2 bis 3 Mm. gegenseitigen Abstand.

Ich erwähnte schon, dass die von mir benutzten Landfrösche weniger zum Tetanus nach Durchschneidung disponirt waren, als die Wasserfrösche. Gleichwohl erhielt ich auch von ihnen bei Reizung des Querschnittendes kräftigen Schliessungs- oder Öffnungstetanus.

Pflüger[1] hat die grosse Neigung der aus der Kälte ins wärmere Zimmer gebrachten Frösche zu tetanischer Erregung aus einer unter dem Einflusse der Wärme stattfindenden „Umlagerung der Atome" zu erklären versucht. Ohne nun einen Einfluss der Erwärmung des Präparates bezweifeln zu wollen, muss ich doch erwähnen, dass Frösche, welche im kalten Zimmer aufbewahrt waren, auch dann nach Durchschneidung des Plexus ischiadicus einen Tetanus des entsprechenden Beines zeigten, wenn die Durchschneidung in demselben kalten Zimmer und mit kalter Scheere ausgeführt wurde, und eine Erwärmung des Präparates somit möglichst ausgeschlossen war. Auch auf schwache Kettenströme reagirten sie tetanisch.

Durch schwache, aufsteigende Ströme lässt sich, wenn die eine Elektrode am Querschnitte, die andere an einer sehr nahen Stelle des Längsschnittes liegt, der nach der Durchschneidung eingetretene Tetanus entweder vollständig coupiren oder wenigstens stark mindern. Freilich bricht er dann nach Öffnung des Stromes wieder aus. Schon ein kräftiger Muskelstrom genügt zur Coupirung des Tetanns. Wenn ich den eben durchschnittenen Nerven zwischen zwei mit einem Querschnitt versehene Muskeln derart legte, dass die Querschnitte des Nerven und beider Muskeln in eine Ebene zu liegen kamen, sah ich den Tetanus sofort abnehmen oder ganz aufhören und nach Entfernung der Muskeln wieder ausbrechen. Daher kommt es, dass selbst bei den empfindlichsten Fröschen der Tetanus meist vollständig ausbleibt, wenn man mit einem einzigen Schnitte den ganzen Oberschenkel durchtrennt, weil sofort die Ströme der durchschnittenen Muskeln auf den durchschnittenen Nerven einwirken.

Hat man einerseits den Nervus ischiadicus am Oberschenkel mit sorgfältiger Schonung der Muskeln freigelegt und durchschneidet ihn, so geräth an empfindlichen Präparaten der Unterschenkel in lebhafte tetanische Unruhe, während ein Schnitt, der den Nervus ischiadicus der andern Seite auf gleicher Höhe, zugleich aber auch alle Muskeln trifft, am Unterschenkel nur während der Durchneidung selbst Zuckung hervorruft, nach deren Ablauf sofort alle Muskeln erschlaffen und erschlafft bleiben. Ist nach Durchschneidung des Plexus ischiadicus ein heftiger Tetanus am Schenkel derselben Seite ausgebrochen, und man durchschneidet

[1] Untersuchungen über die Physiol. des Elektrotonus. S. 133, 1859.

rasch den ganzen Oberschenkel, so erschlaffen sofort alle soeben noch in heftiger Thätigkeit gewesenen Muskeln des Unterschenkels; durchschneidet man aber hierauf die beiden Äste des Nervus ischiadicus über dem Knie, so tritt abermals tetanische Unruhe am Unterschenkel auf.

Schliessungstetanus des Nerven mittels des eigenen Stromes.

Aus der grossen Neigung der Kaltfrösche zu tetanischer Erregung erklärt sich, dass schon die Nebenschliessung des Nervenstromes an geeigneten Präparaten einen Schliessungstetanus erzeugen kann, der im günstigsten Falle lange anhalten und eine Stetigkeit und Energie zeigen kann, welche ihn mit einem durch Inductionsströme erzeugten Tetanus vergleichbar macht. In den meisten Fällen freilich ist der Tetanus ein unstetiger, klonischer, und oft bewirkt die Nebenschliessung des Nervenstromes nur eine regellose Unruhe der Muskeln: kurz es zeigen sich hier alle jene Erscheinungen, welche man auch sonst beobachten kann, wenn die Schliessung eines schwachen Kettenstromes durch den Nerven nicht bloss Schliessungszuckungen, sondern andauernde Erregung des Nerven zur Folge hat.

Gleichviel welche der oben erwähnten Methoden der Nebenschliessung man anwendet, immer wird bei sehr empfindlichen Präparaten in einzelnen Fällen dauernde Erregung des Nerven sich anschliessen können, bisweilen nur nach der ersten Schliessung, bisweilen auch bei wiederholten Schliessungen. Diese Dauererregung kann sich durch schwache unregelmässige oder auch streng rhythmische Bewegung einzelner Theile oder durch kräftigere klonische Krämpfe oder endlich durch einen ausgeprägten Strecktetanus verrathen. Gesellt sich zur ursprünglichen Neigung des Nerven zu tetanischer Erregung noch ein Trockenwerden des Nerven, so tritt um so leichter anhaltender Schliessungstetanus auf. Ist das Präparat geneigt, auf Nebenschliessung des Nervenstromes mit einer dauernden Erregung zu antworten, so ist es nicht mehr so nöthig, für eine schnelle Herstellung dieser Nebenschliessung zu sorgen, weil dann trotz fehlender Schliessungszuckung doch die Dauererregung bemerklich wird.

Eine hierhergehörige Beobachtung ist folgende: Ich liess den frei herabhängenden Nerven eines passend fixirten strom-

prüfenden Froschschenkels mit dem Endstücke in Kochsalzlösung von 0·6% eintauchen. Hierauf legte ich über dem Niveau der Flüssigkeit eine Art Querschnitt dadurch an, dass ich den Nerven mit einer kleinen Pincette zerquetschte. Den darauf ausbrechenden Krampf liess ich verklingen, und als das Präparat wieder ganz in Ruhe war, hob ich das Gefäss mit Kochsalzlösung langsam empor, so dass der Nerv immer tiefer eintauchte. Sobald der Spiegel der Flüssigkeit über die gequetschte Stelle kam, begann ein Tetanus des Präparates, der mit fortschreitender Hebung des Gefässes wuchs und seine grösste Stärke erreichte, als der Spiegel der Flüssigkeit ungefähr 1 Ctm. über der gequetschten Stelle lag. Hob ich das Gefäss noch höher, so liess der Tetanus wieder nach, ohne jedoch zu verschwinden. Senkte ich das Gefäss wieder, so wuchs der Tetanus abermals an und erreichte wieder sein Maximum, als der Spiegel der Flüssigkeit wieder 1 Ctm. über der verletzten Stelle lag. Weitere Senkung liess den Tetanus wieder abnehmen und endlich ganz verschwinden, sobald die Flüssigkeit die gequetschte Stelle nicht mehr überragte. Diese Beobachtung konnte ich oft hintereinander an demselben Präparate wiederholen.

In den weitaus meisten Fällen freilich gibt dieser Versuch nicht so augenfällige Ergebnisse; man erhält vielmehr, sobald die Flüssigkeit dem Nervenstrome Nebenschliessung gibt, nur eine klonische und bald wieder verschwindende Unruhe des Präparates, oder der Versuch gelingt nur beim ersten Eintauchen, oder er gelingt gar nicht. In solchen Fällen kann man aber oft noch eine Reaction des Präparates beobachten, wenn man die Flüssigkeit mit möglichst grosser Geschwindigkeit hebt; dann erfolgt eine Schliessungszuckung, wie sie überhaupt bei jeder raschen Herstellung der Nebenschliessung des Nervenstromes bei Präparaten von nicht zu grosser Empfindlichkeit die Regel ist.

Es wollte früheren Untersuchern[1] nicht gelingen eine Reaction des Nervenmuskelpräparates zu erhalten, wenn sie den Querschnitt des Nerven derart umbogen, dass derselbe mit einem möglichst nahen Punkte der Längsoberfläche in Contact kam. Ich

[1] Vergl. du Bois-Reymond, Untersuch. über thier. Elektr. II. Bd. S. 272, und Kühne l. c.

habe diesen Versuch wiederholt mit Erfolg angestellt, weil ich Präparate benützte, welche zu tetanischer Erregung disponirt waren.

Wenn ich, sobald nach Anlegen eines frischen Querschnittes die Unruhe des Präparates völlig zu Ende war, unter Vermeidung jeder Benetzung des Nerven den Versuch anstellte, so erhielt ich nach Herstellung des Contactes zwischen Querschnitt und Längsschnitt heftige klonische Unruhe einzelner Muskelgruppen. Übrigens aber habe ich auch Fälle zu verzeichnen, in denen kräftige Schliessungszuckungen mit nachfolgender klonischer Unruhe auftraten, falls es eben glückte, was hier schwerer ist, den Contact mit hinreichender Geschwindigkeit herzustellen. Analoges gilt von dem schon von Galvani angestellten Versuche, welchen du Bois-Reymond als den Grundversuch der elektrischen Nervenphysik bezeichnete, dessen erfolgreiche Wiederholung ihm jedoch nicht gelang. „Galvani lagerte den Nerven eines stromprüfenden Schenkels in einen offenen Bogen und liess den Nerven eines zweiten, von dem ersten sonst völlig isolirten Schenkels dergestalt auf den Bogen fallen, dass der Querschnitt des ersten Nerven einen der beiden Berührungspunkte bildete. In günstigen Fällen zuckten beide Schenkel.“[1] Ich habe schon bei Besprechung der Reizung des Muskels durch den eigenen Strom erörtert, dass, wenn man die mit künstlichem Querschnitt versehenen Enden zweier Sartorien mit zureichender Schnelligkeit so aneinander legt oder fallen lässt, dass ihre Querschnitte in eine Flucht zu liegen kommen und gleichsam nur einen Querschnitt des Doppelmuskels darstellen, nie eine Zuckung erfolgt, während kräftige Zuckung beider Muskeln eintreten kann, wenn man das eine Muskelende so auf das andere fallen lässt, dass der eine Muskel in die Verlängerung des anderen, aber die beiden Enden noch aufeinander zu liegen kommen. Ersterenfalls nämlich compensiren sich gleichsam die beiden Muskelströme gegenseitig, letzterenfalls haben sie gleiche Richtung in dem von beiden Muskelendstücken gebildeten Kreise. Mit Benützung dieses Kunstgriffes erhielt nun Kühne[2] in der That auch durch den Nerven-

[1] Du Bois-Reymond, Untersuch. über thier. Elektr. I., S. 273.
[2] s. c. S. 92.

strom Zuckungen. Ich habe den Versuch ebenfalls in dieser Form angestellt und gefunden, dass er an genügend erregbaren Fröschen mit Sicherheit gelingt, sofern man nur dafür sorgt, dass die beiden Nervenenden nicht zu sehr mit Flüssigkeit benetzt sind. Sobald die beiden Nervenendstücke aufeinander fielen, zuckten beide Schenkel heftig und geriethen bisweilen auch in langanhaltende klonische Erregung. Liess ich dagegen das eine Nervenende so auf das andere fallen, dass beide Querschnitte in eine Flucht zu liegen kamen, so trat weder Zuckung noch Tetanus ein.

Hat man einem Kaltfrosch den Plexus ischiadicus nahe der Wirbelsäule durchschnitten oder ebenda unterbunden und nachher zwischen Faden und Wirbelsäule durchschnitten, und man hebt den durchtrennten Plexus ersterenfalls mittels eines feinen Glasstäbchens, letzterenfalls mittels des Fadens empor, während der Tetanus oder die klonische Unruhe des Schenkels infolge der Durchtrennung des Nerven noch fortbesteht, so bemerkt man öfter eine sofortige auffallende Änderung in der Intensität des Tetanus oder in der Art der klonischen Zuckungen; legt man dann den Plexus wieder auf seine feuchte, leitende Unterlage zurück, so kehrt auch der ursprüngliche Typus der tetanischen Thätigkeit wieder. Dies kann man öfter mit Erfolg wiederholen. Lässt man, während man den Plexus emporhält, die Bewegungen des Schenkels gänzlich zu Ende kommen, so kehren sie öfter nochmals, wenn auch meist nur in schwächerem Masse, zurück, sobald man den Plexus wieder auf den Musculus ileococcygeus lagert. Dabei ist vorausgesetzt, dass der letztere bei der Präparation in keiner Weise verletzt wurde. Der Grund für diese Erscheinung ist, soweit nicht etwa Muskelströme sich einmengen, lediglich darin zu suchen, dass beim Aufliegen des Plexus auf der hinteren Beckenwand der Nervenstrom eine äussere Nebenschliessung hat, während dies beim Emporhalten des Plexus nicht der Fall ist.

Die Thatsache, dass hinreichend erregbare Nerven in dauernde Erregung gerathen, wenn man ihrem eigenen Strome ein gute äussere Nebenschliessung gibt, legt den Gedanken nahe, dass die oben beschriebene tetanische Erregung welche nach Durchschneidung des Schenkelnerven oder des Plexus ischiadicus

bei Kaltfröschen auftritt, auch nur durch den Strom bedingt sei, welcher in Folge der Durchschneidung entsteht. Man muss bedenken, dass dieser Strom in jeder einzelnen Faser entsteht, und dass die Hülle jeder Faser, ferner die zwischen den Fasern befindliche Flüssigkeit und endlich die gemeinsame Hülle sämmtlicher Fasern allen diesen Einzelströmen schon eine Schliessung gibt. Folglich treten, sobald in Folge des Querschnittes der Nervenstrom entstanden ist, sämmtliche Fasern unter den Einfluss des Nervenstromes, welcher in der Faser zunächst absteigend gerichtet ist und sie an denjenigen Stellen reizen muss, wo er dieselbe verlässt. Gerade so nun, wie ein schwacher Kettenstrom einen sehr erregbaren Nerven tetanisch erregt, muss auch, so scheint es, der eigene Strom den Nerven erregen, und gerade so, wie diese Dauerwirkung eines künstlich zugeführten Stromes eine nach und nach abklingende ist, muss auch die erregende Wirkung des Nervenstromes auf die eigene Faser von begrenzter Dauer sein. *Es steht also bis jetzt, wie es scheint, nichts der Annahme entgegen, dass die mehr oder weniger lange anhaltende tetanische oder klonische Erregung der Muskeln der Kaltfrösche nach Durchschneidung ihrer Nerven eine Folge des durch den Schnitt gesetzten Nervenstromes sei.* Dass dabei noch andere, die Erregbarkeit mitbestimmende Folgen des Querschnittes ins Spiel kommen, wäre durch jene Annahme nicht ausgeschlossen. Wie jede lebendige Substanz sich für einen andauernden Reiz adaptiren kann, so adaptirt sich auch die Nervensubstanz für den schwachen Dauerstrom, sei er nun ein künstlich zugeleiteter oder der eigene Strom. Vorläufig mag man dies in üblicher Weise als Ermüdung bezeichnen. Infolge dieser Adaptation oder Ermüdung findet der Schliessungstetanus oder in unserm Falle der Tetanus nach Durchschneidung des Nerven ein Ende. Eine neue, äussere Nebenschliessung des Nervenstromes aber bewirkt plötzlich auch eine neue Art der Stromvertheilung im Nerven und damit eine neue Erregung.

Da ebenso wie ein Schnitt auch andere mechanische, thermische und chemische Reizmittel zugleich stromentwickelnd auf den Nerven wirken, so liessen sich hier mancherlei Betrachtungen über die Art der Wirkung dieser Reize und über die Natur der

Nervenerregung überhaupt anknüpfen; indessen will ich dieser Anregung zu theoretischen Erwägungen hier ebenso wenig folgen, als ich es seiner Zeit in Betreff der Muskelerregung gethan, und mich wie dort auf diese Andeutung beschränken.

Querschnittreizung des Nerven durch Flüssigkeiten.

Wie der Muskel zuckt, sobald man seinen Querschnitt mit einer leitenden Flüssigkeit in Contact bringt, so zuckt auch ein hinreichend empfindliches Nervmuskelpräparat, wenn man den Querschnitt seines Nerven in eine leitende Flüssigkeit taucht, und zwar erfolgt die Zuckung scheinbar gleichzeitig mit der Berührung. Es liegt sehr nahe, diese Zuckung lediglich als die Folge der plötzlichen Nebenschliessung des Nervenstromes anzusehen, und es entspricht dieser Auffassung, dass schlecht leitende Flüssigkeiten, wie Alkohol, Sublimatlösung u. s. w. die Zuckung im Momente der Berührung nicht auslösen. Aber die Annahme einer gleichzeitigen chemischen Reizung der durch den Schnitt freigelegten und vielleicht zum Theile noch erregbaren Nervensubstanz lässt sich hier nicht so leicht in zwingender Weise ausschliessen, wie bei dem entsprechenden Versuche am Muskel.

Eckhard,[1] welcher zuerst Querschnittreizungen des Nerven mit Flüssigkeiten systematisch durchführte, betrachtete dieselben bekanntlich als ausschliesslich chemische Reizungen. Er erhielt keine Wirkungen beim Eintauchen des Querschnittes in Wasser, Schwefelkohlenstoff, Lösungen der Metallsalze (mit Ausnahme des salpetersauren Silberoxyds), organische Säuren z. B. Gerbsäure, flüchtige Öle.

Die von Eckhard als wirksam befundenen Flüssigkeiten äusserten ihre Wirkung in zweifacher Weise. Die erste Art der Wirkung war eine Zuckung im Momente der Berührung des Querschnittes, die zweite erfolgte, falls der Nerv tiefer eingetaucht war, und bestand aus Zuckungen, welche erst kürzere oder längere Zeit nach dem Eintauchen begannen, sich nach einander auf eine grössere oder geringere Anzahl von Muskelbündeln erstreckten und je nach dem Reizmittel u. s. w. sehr verschieden

---

[1] Die chemische Reizung der motorischen Froschnerven. Zeitschr. f. rat. Medic. Neue Folge, I. Bd., S. 302, 1851.

lange andauerten. Die erste Zuckung kann nach Eckhard vermieden werden, wenn man den Nerven, statt ihn zu durchschneiden, unterbindet, und das unterbundene Ende eintaucht. Mit Hilfe der Lösungen der fixen Alkalien erhielt Eckhard, falls die Lösungen nicht zu schwach waren, regelmässig sowohl die Zuckung bei Berührung des Querschnittes, als auch die später nachfolgenden Zuckungen; Mineralsäuren bewirkten nur sehr selten eine Zuckung im Augenblicke der Berührung, dagegen die zweite Art der Zuckungen. Alle übrigen von Eckhard mit Erfolg benützten Flüssigkeiten, die Lösungen der Haloid- und neutralen Salze der Alkalien und Erden, der Alkohol, der Äther wasserarme Essigsäure, gesättigte Weinsteinsäure- und Zuckerlösung erzeugten nur die zweite Art der Zuckungen.

Aus alledem geht für mich hervor, dass Eckhard mit weit weniger empfindlichen Präparaten arbeitete, als ich. Obgleich es nicht meine Absicht war, die Querschnittreizung mittelst Flüssigkeiten eingehender zu untersuchen, habe ich doch beiläufige Versuche mit verschiedenen Flüssigkeiten angestellt. Hierbei fand ich nicht nur die nach Eckhard ganz unwirksamen concentrirten Lösungen von Zink- und Kupfervitriol insofern wirksam, als sie Zuckungen im Momente der Querschnittberührung gaben, sondern ich erhielt auch dieselbe Wirkung bei Anwendung der concentrirten Kochsalzlösung und solcher von 0·6°/₀, welche Flüssigkeiten nach Eckhard nur die zweite Art der Zuckung geben sollen. Auch die Berührung mit Schwefelsäurelösung von 10°/₀ gab mir denselben Erfolg. Ebenso wie Eckhard fand ich die fixen Alkalien ganz besonders wirksam.

Um mittels Lösungen vom Kochsalz, Ätzkali, Natriumcarbonat, Schwefelsäure, Zink- oder Kupfervitriol die Berührungszuckung zu erhalten, genügte ein auf eine Glasplatte gebrachter Tropfen. Kochsalzlösungen und Ätzkalilösungen habe ich bei sehr empfindlichen Präparaten noch wirken sehen, als ich ein geradezu minimales Tröpfchen auf die Glasplatte gebracht hatte, welches eben nur hinreichte, den Querschnitt und höchstens noch den Rand des Längsschnittes zu benetzen. Andere Flüssigkeiten habe ich nicht in so kleinen Tröpfchen angewandt.

Wenn ich nun auch nach den oben bereits mitgetheilten Versuchen über die Wirkung einer Nebenschliessung des Nerven-

stromes nicht zweifeln kann, dass dieselbe auch bei den Zuckungen im Momente der Berührung des Querschnitts eine wesentliche Rolle spielt, so bin ich doch nicht in der Lage, die etwaige Mitwirkung chemischer Reizung ausschliessen zu können. Es war mir auffallend, dass Flüssigkeiten von wenig verschiedenem Leitungsvermögen sich doch wesentlich verschieden zu verhalten schienen betreffs der Sicherheit, mit welcher sie bei Querschnittberührung eine Zuckung auslösten. Die auch mir aufgefallene grosse Wirksamkeit der fixen Alkalien liesse sich möglicherweise daraus erklären, dass sie den Nerven leichter und rascher benetzen als andere Flüssigkeiten und daher eine schnellere elektrische Schwankung im Nerven erzeugen. Aber ich lasse durchaus dahingestellt, ob hierin mit ein Grund ihrer scheinbar stärkeren Wirksamkeit liegt.

Zwei Umstände sind es, welche die Untersuchung wesentlich erschweren. Erstens taucht sehr häufig der specifisch leichtere Nerv nicht in die schwerere Flüssigkeit ein, sondern legt sich auf der Oberfläche derselben um, so dass die Nebenschliessung des Nervenstromes relativ langsam und auch minder vollkommen zu Stande kommt. Zweitens gelingt es nur selten, bei wiederholter Berührung desselben Querschnittes mit Flüssigkeit abermals die Zuckung zu erhalten. Ich habe schon oben erwähnt, dass das Haftenbleiben der Flüssigkeit am Nerven und die dadurch bedingte dauernde Nebenschliessung des Stromes beim Nerven noch viel störender wirkt, als beim Muskel. Eckhard gibt sogar (S. 318) an, „dass es in keinem Falle gelinge, durch wiederholtes Eintauchen der Schnittfläche wiederholte Zuckungen hervorzurufen“. Mir ist es öfter gelungen, die Zuckungen im Momente des Eintauchens wiederholt zu erhalten; aber allerdings war dies eine Seltenheit. Es hätte, sofern es sich nur darum handelte, die Wirksamkeit des Nervenstromes zu zeigen, wenig Interesse diese Versuche weiter zu verfolgen; aber für die Frage der chemischen Reizung würde es von grosser Bedeutung sein, wenn man die elektrische und eine etwaige gleichzeitige chemische Reizung beim Eintauchen des Querschnittes zu unterscheiden vermöchte. Wenn Jemand behaupten wollte, die sogenannte chemische Reizung sei überhaupt nur eine elektrische und wirke nur dadurch, dass sie gleichzeitig mit der chemischen Alteration

des Nerven auch einen Strom setze, so liesse sich dies bei dem jetzigen Stande unseres Wissens kaum widerlegen.

Dieselbe Schwierigkeit, welche die Zuckung durch Berührung des Querschnittes darbietet, wiederholt sich betreffs der nachfolgenden unregelmässigen Zuckungen. Auch bei Nebenschliessung des Nervenstromes mittels anderer Methoden sahen wir dieselbe auftreten, sofern die Präparate sehr empfindlich waren. Man wird also wenigstens bei solchen Präparaten sich ebenfalls fragen müssen, was als Folge der elektrischen, und was als Folge der chemischen Reizung anzusehen ist, sobald man beim Eintauchen länger anhaltende Unruhe des Präparates erhält. Wenn es, wie bei dem Seite 17 beschriebenen Versuche mit schwacher Kochsalzlösung, möglich ist, das Eintauchen einer und derselben elektromotorisch wirksamen Nervenstelle beliebig oft mit demselben Erfolge zu wiederholen, so darf man eine chemische Wirkung ausschliessen. Gelingt aber der Versuch nur beim ersten Eintauchen, so bleibt die Deutung vorerst zweifelhaft. Die Versuche Eckhard's, welche jedem, der sie wiederholt, reges Interesse erwecken müssen, und besonders die merkwürdige Wirkung der fixen Alkalien, verdienten wohl eine erneuerte systematische Untersuchung.

II.

Über wahre secundäre Zuckung und secundären Tetanus von Nerven aus.

Über das Verhalten der Nerven bei Reizung in der Nähe ihres Querschnittes mit Inductionsströmen.

Ehe ich zum eigentlichen Gegenstande dieses Abschnittes übergehe, will ich beiläufig das eigenthümliche Verhalten erörtern, welches Nerven bei Reizung in der Nähe ihres Querschnittes mit Inductionsströmen zeigen, weil dasselbe für das Folgende von Bedeutung ist.

Legt man am frisch durchschnittenen oder unterbundenen Nerven die beiden, nur 2 bis 3 Mm. von einander entfernten Elektroden der secundären Spirale eines Schlittenapparates derart an, dass die eine sich am Querschnitt oder an der

Unterbindungsstelle befindet, so erhält man mit äusserst schwachen Strömen schon sehr kräftige Wirkungen, falls die Öffnungsströme im Nerven abterminal gerichtet sind. Bei atterminaler Richtung dieser Ströme ist dagegen trotz unveränderter Lage der Elektroden und gleicher Stromstärke die Wirkung viel schwächer oder bleibt ganz aus. Rückt man bei abterminaler Richtung der Öffnungsströme die Elektroden weiter und weiter vom Querschnitte weg, so nimmt ihre Wirkung schnell ab und verschwindet bald gänzlich. Sind dagegen die Öffnungsströme atterminal gerichtet, so nimmt ihre Wirkung beim Abrücken der Elektroden vom Querschnitte schnell zu, erreicht bald ein Maximum und nimmt endlich bei noch weiteren Abrücken meistens wieder ab, um endlich ebenfalls ganz zu verschwinden. Dies Alles setzt natürlich voraus, dass man überhaupt mit minimalen Stromstärken und am frischen Querschnitte arbeitet.

Die hier gegebene Regel erleidet freilich Ausnahmen. Liegen in der Nähe des Querschnittes Schnittstellen abgehender Äste, ist der Querschnitt schon alt, ist der Nerv in seinem Verlauf insultirt worden, oder auch wenn andere nicht nachweisbare Ursachen wirken, so können sich Abweichungen zeigen. Hier kommt es mir nur auf die Regel selbst an, die jeder leicht bestätigt finden wird. Man vermag auf Grund derselben in den der Regel entsprechenden Fällen mit voller Sicherheit die Richtung der Öffnungsströme zu bestimmen.

Dieses Verhalten des Nerven ist besonders werthvoll in allen den Fällen, wo es darauf ankommt, unipolare Wirkungen ohne weiteres auszuschliessen. Denn einerseits macht die geringe Intensität der benützten Ströme dieselben überhaupt unwahrscheinlich, anderseits müssten sie fortbestehen oder sich gar verstärken, sobald man die Elektroden vom Querschnitte abrückt und dieselben also dem Wirkungsende des Nerven nähert, während doch unter den genannten Umständen das Gegentheil eintritt.

Es ist mir zuerst bei meinen Untersuchungen über die Reizung des centralen Vagusstumpfes aufgefallen, wie viel näher man die secundäre Spirale der primären bringen muss, um eine Wirkung zu erzielen, wenn die Öffnungsinductionsströme atterminal gerichtet sind, als bei umgekehrter Richtung. Seitdem

habe ich dies bei Reizung verschiedener Nerven der Warmblüter beachtet und bestätigt gefunden. Der Froschnerv zeigt dasselbe Verhalten. Aber bei Froschnerven pflegt man, wenn es sich nicht eben um Untersuchung der Erregbarkeit in der Nähe des Querschnittes handelt, selten eine Elektrode an den Querschnitt, beziehungsweise an die Unterbindungsstelle oder in deren unmittelbare Nähe zu legen, während bei Nerven der Warmblüter öfter die Kürze des Nervenstumpfes dazu veranlasst. In solchen Fällen kann man sich leicht von der grossen Verschiedenheit der Wirkung überzeugen, wenn man die beiden Elektroden ihren Ort vertauschen lässt oder einen eingeschalteten Stromwender umlegt. Auch die Helmholtz'sche Vorrichtung gleicht den Unterschied nicht ganz aus.

Obwohl die eigenthümlichen Erregbarkeitsverhältnisse der Nerven in der Nähe ihres Querschnittes, seit Heidenhain die Aufmerksamkeit auf dieselben lenkte, mehrfach untersucht worden sind, finde ich doch, dass die hier erwähnten, in manchen Beziehungen wichtigen Thatsachen nicht die nöthige Berücksichtigung gefunden haben. Erfahrenen Experimentatoren auf dem Gebiete der Nervenphysiologie wird damit vielleicht nichts Neues gesagt sein.

Über Erregung des Nerven infolge negativer Schwankung des Nervenstromes eines anliegenden Nerven.

Wenn es bisher Niemandem gelungen ist, wahre secundäre Wirkungen vom Nerven zu erhalten, so hat dies seinen Grund darin, dass man nicht alle Vortheile ausnützte, welche für diesen Versuch zur Verfügung stehen. Indem ich dies that, gelang es mir, wahre secundäre Zuckung und secundären Tetanus vom Nerven aus zu erzielen, welche so kräftig, beziehungsweise so anhaltend waren, als ob der Nerv des secundär thätigen Präparates direct elektrisch gereizt worden wäre.

Dass ich diese secundären Wirkungen als wahre bezeichne im Gegensatze zu den von du Bois-Reymond gefundenen, durch elektrotonische Ströme des primären Nerven bedingten secundären Wirkungen, begründet sich einerseits durch das Bedürfniss nach einer kurzen Bezeichnung, anderseits durch die

Erwägung, dass nur die im Folgenden beschriebenen secundären Wirkungen in wahre Analogie zu bringen sind mit der secundären Zuckung vom Muskel aus, welche als die am längsten bekannte Art der secundären Zuckung das Anrecht hat, als das Prototyp einer solchen zu gelten.

Die grosse Empfindlichkeit, welche insbesondere die Nerven von Kaltfröschen in der Nähe eines frisch angelegten Querschnittes gegen elektrische Reizung zeigen, bestimmte mich, das centrale Endstück eines solchen Nerven als die Reizstelle des secundären Präparates zu wählen. Ich präparirte beide Schenkelnerven von ihrem Ursprunge aus der Wirbelsäule bis in die Nähe des Knies und benützte den einen beiderseits abgeschnittenen Nerven als primäres, den andern mit dem Unterschenkel in Verbindung gelassenen als secundäres Präparat. Das periphere Ende des primären Nerven wurde an das centrale des secundären so angelegt, dass beide Nerven fünf bis sechs Millimeter lang dicht aneinander, und ihre beiden Querschnitte in einer Flucht lagen. Bei dieser Art der Lagerung compensirt so zu sagen der Strom des einen Nerven den des andern. Gesetzt nun, es verschwände infolge einer Momentanreizung des primären Nerven plötzlich der Längsquerschnittstrom seines peripheren Endes (negative Schwankung bis auf 0), so ist damit für den Strom des anliegenden secundären Nerven die Compensation plötzlich aufgehoben; das in diesem Augenblicke stromlos gewordene Endstück des primären Nerven fungirt jetzt lediglich als eine Nebenschliessung für den Strom des secundären Nerven, und letzterer muss durch die plötzliche Nebenschliessung seines eigenen Stroms schwach erregt werden. Kehrt aber gar, wie Bernstein einmal vermuthete,[1] der Strom des erregten Nerven seine Richtung um, so wirkt derselbe nach erfolgter Umkehr auf den secundären Nerven als ein schwacher absteigender Strom, der sich zu dem, plötzliche Nebenschliessung findenden eigenen Strome dieses Nerven addirt.

Bevor ich nun den primären Nerven an seinem centralen Ende mit schwachen Inductionsströmen tetanisirte, gab ich

[1] Untersuchungen über den Erregungsvorgang im Nerven- und Muskelsystem, §. 9. 1871.

seinem peripheren Ende und zugleich dem centralen Ende des dicht anliegenden secundären Nerven durch einen und denselben Scheerenschnitt einen neuen gemeinsamen Querschnitt. So gelang es mir in der That, bei jeder Tetanisirung des primären Nerven schwache tetanische Unruhe des secundären Präparates herbeizuführen. Von Stromschleifen oder unipolaren Wirkungen konnte schon deshalb nicht die Rede sein, weil die auf das centrale Endstück des primären Nerven wirkenden Reizströme so schwach waren, dass sie eben nur wirkten, wenn die Elektroden in der Nähe des Querschnittes lagen, und jede secundäre Wirkung ausblieb, wenn ich dieselben an eine dem secundären Präparate nähere Stelle des primären Nerven verlegte.

Sofern man nun bei einem fast die ganze Länge eines Nervus ischiadicus betragenden Abstande der gereizten Stelle von der Anlagerungsstelle des secundären Nerven und bei einem 40 Ctm. weiten Abstande der Spiralen des Schlittenapparates (1 Daniell, 6000 Windungen der II Spirale) eine Erregung des secundären Nerven durch elektrotonische Ströme als ausgeschlossen erachten darf, war durch diese Versuche festgestellt, dass wahre secundäre Wirkungen von Nerv zu Nerv möglich sind. Legte ich die beiden Nerven derart aneinander, dass der eine in die Verlängerung des anderen, ihre beiden Endstücke jedoch 5 bis 6 Mm. lang dicht aneinander zu liegen kamen, so blieb, wie schon aus theoretischen Gründen zu erwarten war, jede secundäre Wirkung aus.

Gleichwohl konnte mich der beschriebene, schwache und seltene Erfolg nicht befriedigen. Ich sah, dass Alles auf eine möglichst innige Berührung der beiden Nervenstücke ankam, und dass jede zu lockere Anlagerung und schon eine äusserst schwache Benetzung der Nerven mit Lymphe oder Kochsalzlösung (0·6%) den Erfolg vereitelte. So kam ich zu der Einsicht, dass es eigentlich sehr unpraktisch sei, zwei Nerven mühsam aneinander zu fügen, statt sich eines Präparates zu bedienen, in welchem die beiden Nervenfaserbündel, das als primäres und das als secundäres dienende, von Natur in einer Scheide beisammen liegen.

Ich decapitirte einen Kaltfrosch, entfernte die oberen Extremitäten und sämmtliche Eingeweide, legte den Schenkelnerven über dem Knie frei, unterband seine beiden Äste gemeinschaftlich,

durchschnitt sie unterhalb des Fadens, präparirte den Nerven bis in die Nähe seiner Oberschenkeläste frei, durchschnitt hierauf den Plexus ischiadicus, liess die auf den Schnitt folgende Unruhe des Präparates vorübergehen und reizte, als alle Muskeln wieder ganz ruhig waren, das Knieende des Nerven mit schwachen Inductionsströmen. Sofort geriethen die Muskeln, deren Nerven noch mit dem Plexus in Verbindung standen, in kräftigen secundären Tetanus, ganz als ob ich diese Nerven direct gereizt hätte. So oft ich auch seitdem diesen Versuch wiederholt habe, er ist mir nie misslungen, sofern nur das Präparat so erregbar war, dass schon die Durchschneidung des Plexus ischiadicus ausser der Zuckung eine schwache und schnell vorübergehende Muskelunruhe am Schenkel zur Folge hatte. Aber auch bei solchen Kaltfröschen, wie insbesondere bei Landfröschen, deren Schenkel nach Durchschneidung des Plexus nicht in tetanische Unruhe gerieth, habe ich den Versuch fast immer mit Erfolg angestellt, wenn ich nur bald nach Durchschneidung des Plexus das periphere Ende des Schenkelnerven reizte. Freilich kam es hier nicht immer zu kräftigem secundären Tetanus, sondern oft nur zu tetanischer oder klonischer Unruhe der Muskeln, wie man sie auch an Nervmuskelpräparaten beobachten kann, deren Nerven man mit äusserst schwachen, nur eben wirksamen Inductionsströmen reizt.

Der secundäre Tetanus tritt bei diesem Versuche nicht bloss in den Muskeln ein, welche von den Oberschenkelästen des Nervus ischiadicus innervirt werden, sondern auch in den vom Nervus cruralis versorgten Muskeln, welcher Nerv noch aus dem Plexus selbst entspringt. Schneidet man die Oberschenkeläste des Nervus ischiadicus durch und isolirt den Nerven bis zum Ursprunge des Nervus cruralis, so erhält man bei Reizung des Knieendes secundären Tetanus der vom letztgenannten Nerven innervirten Muskeln. Ich habe auch den zunächst noch mit der Wirbelsäule in Verbindung gelassenen Schenkelnerven in seinem ganzen Verlaufe isolirt bis auf den zum Musculus semimembranosus und rectus internus gehenden Ast, hierauf den Schenkelnerven über dem Knie abgeschnitten, alle Theile des Schenkels mit Ausnahme der genannten Muskeln entfernt, und endlich den Plexus von der Wirbelsäule getrennt, so dass der ganze Nerv sammt den beiden

ihm noch anhängenden Muskeln völlig isolirt war. Als ich nun das periphere Ende des Nerven schwach tetanisirte, gerietben die genannten Muskeln in secundären Tetanus.

Durchschnitt ich statt des Plexus die Wirbelsäule sammt den anliegenden Nerven zwischen dem VII und VIII oder VIII und IX Wirbel, so erhielt ich nur ausnahmsweise secundäre Wirkungen. Dagegen habe ich einen Fall verzeichnet, bei welchem der Schnitt zwischen VI und VII Wirbel geführt wurde und die Reizung des Schenkelnerven an seinem peripheren Ende sehr kräftigen secundären Tetanus der Muskeln des Oberschenkels und der bezüglichen Rumpfmuskulatur der entsprechenden Körperhälfte herbeiführte. Die Art dieses Tetanus liess eine Deutung als Reflexbewegung nicht zu, obwohl der Schnitt noch den untersten Theil des Rückenmarkes getroffen hatte, der übrigens nach Engelhard[1] Reflexbewegungen nicht mehr auslöst.

Durchschnitt und reizte ich nach Durchschneidung des Plexus nur den einen der beiden Äste, in welche sich der Schenkelnerv oberhalb des Knies theilt, so erhielt ich oft, aber keineswegs immer secundäre Wirkungen, welche sich theils an den Oberschenkelmuskeln, theils an den vom unversehrten Aste versorgten Muskeln des Unterschenkels äusserten. Doch kam es hiebei selten zu einem ruhig anhaltenden secundären Tetanus, sondern meist nur zu tetanischer Unruhe. Einmal habe ich sogar durch Tetanisirung des über dem Fussgelenke durchschnittenen und bis nahe an das Knie freipräparirten Nervus suralis secundäre Wirkungen erhalten: die Zehen spreizten sich kräftig und der Musculus gastrocnemius gerieth in klonische Unruhe. Leider wurden die Oberschenkelmuskeln nicht beobachtet, und eine erfolgreiche Wiederholung des Versuches gelang mir nicht wieder. Endlich habe ich wiederholt nach Durchschneidung des Plexus axillaris bei peripherer Reizung des unterhalb des Ellbogengelenkes durchschnittenen und bis an die Achsel freigelegten Nervus ulnaris secundären Tetanus der vom Plexus versorgten Muskeln erhalten.

Es darf nicht daran gedacht werden, die geschilderten secundären Wirkungen aus Stromschleifen oder unipolarer Reizung erklären zu wollen. Die Elektroden, feine Platindrähte von 2 bis

---

[1] Müller's Arch. f. Anat. u. Physiol. Jahrg. 1841. S. 208.

höchstens 3 Mm. Distanz, wurden in unmittelbarer Nähe des Querschnittes so angelegt, dass die Öffnungsströme aufsteigend (abterminal) durch den Nerven gingen, und den Spiralen bei Anwendung eines Daniell'schen Elementes ein Abstand von 50 bis 40 Cm., höchstens bei minder empfindlichen Präparaten von 30 Cm. gegeben. Diese schwachen Inductionsströme versagten, obwohl sie in der Nähe des Querschnittes energisch wirkten, meist sogleich jede Wirkung, wenn ich die Electroden vom Querschnitte abrückte und also den Muskeln näherte. Sobald dies nicht der Fall war, betrachtete ich den Versuch nicht als durchaus beweiskräftig. Liess ich die Öffnungsschläge absteigend (atterminal) durch den Nerven gehen, so bekam ich mit Stromstärken, welche bei aufsteigender Richtung soeben noch kräftig gewirkt hatten, keinen Erfolg, solange sich die Elektroden sehr nahe dem Querschnitte befanden. Derselbe trat jedoch entweder bei derselben oder bei wenig gesteigerter Stromstärke auf, sobald ich die Elektroden vom Knieende des Schenkelnerven abrückte, während er meist wieder verschwand, wenn ich dieselben den Muskeln noch näher brachte. Doch gab es hiervon Ausnahmen. Diese Thatsachen genügen, um den erwähnten Einwand unmöglich zu machen. Was aber die Möglichkeit betrifft, dass es sich bei meinen Versuchen nur um die von du Bois-Reymond beschriebene paradoxe Zuckung gehandelt habe, so werde ich dieselbe denen gegenüber, welche nach dem Gesagten noch an eine solche denken sollten, weiter unten ausführlich discutiren.

Ich habe mich nicht darauf beschränkt, durch Tetanisiren des primären Nerven mit Inductionsströmen secundären Tetanus zu erzeugen, sondern habe auch mit demselben Erfolge schwache Kettenströme mittels des rotirenden Stromwenders zur Tetanisirung benützt. Ferner habe ich mittelst einzelner Inductions schläge und durch Schliessung schwacher Kettenströme kräftige secundäre Einzelzuckungen in beliebiger Anzahl herbeigeführt. Wie schwache Ströme hierzu genügten, lehrt z. B. ein Versuch, bei welchem ich unter Anwendung eines Daniell'schen Elementes und Einschaltung eines Widerstandes von nur 4,5 Cm. des Doppeldrahtes an du Bois Reymond's Rheochord bei jeder Schliessung eine kräftige secundäre Zuckung erhielt, wenn ich diesen schwachen Strom aufsteigend (abterminal) durch das

Endstück des über dem Knie durchschnittenen Schenkelnerven schickte.

Wie von jedem Muskel, der durch Reizung seines eigenen Nerven in Zuckung oder Tetanus geräth, secundäre Zuckung oder secundärer Tetanus eines zweiten Präparates erzeugt werden kann, dessen Nerv dem primär thätigen Muskel angelegt ist, so auch von den Muskeln, welche durch secundäre Wirkung vom Nerven aus in Thätigkeit gerathen. Brachte ich die Oberschenkelmuskeln in der beschriebenen Weise durch einen auf das Knieende des Schenkelnerven applicirten schwachen Inductions- oder Kettenstrom zu secundärer Zuckung, so gab ein anderer stromprüfender Froschschenkel, dessen Nerv jenen Oberschenkelmuskeln anlag, ebenfalls eine, sozusagen tertiäre Zuckung, und er gerieth in kräftigen tertiären Tetanus, wenn ich den Schenkelnerven des primären Präparates am peripheren Ende mit äusserst schwachen Strömen tetanisirte.

Ich habe schon oben angedeutet, dass die secundären Wirkungen vom Nerven aus am leichtesten zu erzielen sind, wenn der Querschnitt des Plexus erst kurz zuvor angelegt wurde. Dem entspricht, dass bei mehrmaliger Wiederholung des Versuches an demselben sonst ganz unverändert gelassenen Präparate die secundäre Wirkung mehr und mehr abnimmt und bald ganz ausbleibt. Dies hat seinen Grund keineswegs nur in der Ermüdung, sondern wesentlich in der Wiederabnahme der durch den Schnitt sehr gesteigerten Erregbarkeit des Nerven in der Nähe des Querschnittes. Denn auch, wenn man nach der Durchschneidung des Plexus, ohne zu reizen, einige Zeit bis zur ersten Reizung verstreichen lässt, zeigt sich die secundäre Wirkung schwach oder fehlt ganz. Hierzu genügen bisweilen bei minder günstigen Präparaten wenige Secunden, bei guten jedoch durchschnittlich erst mehrere Minuten. Legt man aber jetzt einen neuen Querschnitt am Plexus an, oder unterbindet oder zerquetscht man ihn unterhalb des ersten Schnittes, und reizt nach wiedereingetretener Ruhe der Muskeln abermals das periphere Ende des Nerven, so erhält man von guten Präparaten wieder energische secundäre Wirkungen. Ich habe auf diese Weise an einem und demselben Präparate, ohne die periphere Reizstelle zu ändern, die bereits verschwundenen secundären Wirkungen sechsmal wiederkehren

gesehen. Doch kommt es freilich bei minder empfindlichen Präparaten auch oft genug vor, dass nur nach der ersten Durchschneidung des Plexus ein secundärer Erfolg zu erzielen ist.

Dieses baldige Verschwinden der für das Gelingen des Versuches nöthigen hochgradigen Erregbarkeit infolge der Durchschneidung ist wohl der wesentliche Grund, dass die hier beschriebenen Erscheinungen früheren Forschern und insbesondere du Bois-Reymond entgangen sind, dem sie sonst bei seinen Versuchen über paradoxe Zuckung wohl begegnet sein würden.

Durchschneidet man den Schenkelnerven wenige Millimeter oberhalb des Abgangs der Oberschenkeläste, wo er vom Rücken her leicht zugänglich ist, so erhält man bei Reizung des Nerven am Knieende mit den erwähnten schwachen Strömen öfters nur sehr schwache oder keine secundäre Wirkung. Analoges gilt, wenn man den Schenkelnerven oberhalb seiner Theilung in den Nervus tibialis und peronaeus durchschneidet, den einen dieser Nerven möglichst weit unten ebenfalls durchschneidet und sein peripheres Ende reizt. Es mag dies seinen Grund zum Theil darin haben, dass an diesen Stellen die Fasern der bezüglichen Oberschenkeläste sich schon von den übrigen gesondert und zu besonderen Bündeln gesammelt haben, wenn sie auch noch mit jenen in derselben Scheide verlaufen. Im Plexus selbst sind offenbar die direct gereizten Nervenfasern mit den indirect zu erregenden noch vermengt, was die secundäre Reizung der letzteren sehr begünstigen muss. Überdies aber kann auch eine grössere Erregbarkeit der im Plexus liegenden Theile der Nervenfasern dabei in Betracht kommen. Vergebens habe ich mich bemüht, durch Eintauchen der Pfote des Schenkels, dessen Plexus ischiadicus kurz vorher durchschnitten war, in heisses Wasser secundäre Zuckungen zu erhalten; vergebens habe ich das periphere Ende des über dem Knie durchschnittenen und freigelegten Schenkelnerven plötzlich erfrieren lassen oder mit einem glühenden Glasstäbchen berührt: nie erfolgte secundäre Zuckung. Nur beim Zerquetschen des Nerven habe ich an drei Präparaten u. z. in zwei Fällen zwei-, beziehungsweise dreimal nacheinander bei jeder Quetschung eine sehr schwache partielle Zuckung eines Oberschenkelmuskels eintreten gesehen. Aber ich möchte

angesichts der sehr grossen Zahl erfolgloser Versuche hierauf selbst keinerlei Gewicht legen.

Diese negativen Ergebnisse können nicht überraschen, wenn man bedenkt, wie schwer es ist, durch nicht elektrische Reize kräftige negative Schwenkung des Nervenstromes herbeizuführen, und wie auch die secundäre Zuckung vom Muskel aus ungleich sicherer eintritt, wenn man den Nerven des primären Präparates elektrisch reizt, als wenn man andere Reize anwendet. Ein ruhig anhaltender secundärer Tetanus vom Muskel aus lässt sich ja überhaupt nur durch elektrische Reizung des primären Nerven erzielen.

Zur Unterscheidung der wahren secundären Zuckung von der paradoxen Zuckung du Bois-Reymond's.

Bekanntlich hat schon du Bois-Reymond bei elektrischer Reizung des vom Rückenmarke getrennten Nervus ischiadicus die Muskeln zucken gesehen, deren Nervenfasern oberhalb der gereizten Stelle abzweigten, und diese Zuckungen als paradoxe benannt. Bei Reizung des Nervus tibialis sah er die vom Nervus peronaeus versorgten Muskeln zucken und umgekehrt, bei Reizung des Nervus ischiadicus unterhalb des Abganges seiner Oberschenkeläste die von letzteren innervirten Muskeln. Er zeigte, dass diese Zuckungen durch elektrotonische Ströme bedingt sind, welche aus den gereizten Fasern in anliegende Fasern einbrechen. In der That waren seine Versuchsbedingungen derart, dass kein Zweifel an der Richtigkeit dieser Erklärung entstehen kann. Denn er schickte mittelst Platinelektroden den ganzen Strom eines Grove'schen Elementes durch die Nerven und sah die paradoxe Zuckung um so sicherer und um so stärker auftreten, je näher die Elektroden der Stelle lagen, an welcher der indirect gereizte Nerv abzweigte. Auf der von ihm gegebenen Abbildung [1] einer Versuchsanordnung liegt zwischen der Theilungsstelle des Nerven und der nächsten Elektrode nur eine Strecke von beiläufig 7 Mm.

Unter wesentlich anderen Bedingungen habe ich experimentirt. Bei Benützung des Kettenstromes zum Beispiele genügten mir oft

[1] Unters. über thier. Elektr., II. Bd., II. Abth., Taf. V, Fig. 141.

jene schwachen Ströme, welche man erhält, wenn das Rheochord du Bois-Reymond's mit einem Daniell'schen Element versehen, und nur der Widerstand von 1—2 Mm. des Platindoppeldrahtes eingeschaltet ist. Die Platinelektroden hatten einen gegenseitigen Abstand von 2 Mm., und zwischen den Oberschenkelästen, deren Muskeln secundär zuckten, und der nächsten Elektrode lag eine Nervenstrecke von mindestens 30 Mm. Benützte ich unpolarisirbare Elektroden, so reichte bisweilen die Einschaltung von nur 25 Mm. des Platindoppeldrahtes hin, um dasselbe Ergebnis zu erhalten. Bei Anwendung der Inductionsströme, welche von nur einem Daniell'schen Elemente erzeugt wurden, genügte es oft, den Spiralen einen Abstand von 50 Cm. zu geben, um noch kräftige secundäre Wirkungen am Oberschenkel zu erzielen, wenn das Knieende des Nervus ischiadicus tetanisirt wurde. Wiederholt habe ich die Oberschenkeläste ebenfalls durchschnitten, so dass zwischen den Elektroden und dem 40—42 Mm. höher aus dem Plexus ischiadicus entspringenden Nervus cruralis kein vom Schenkelnerven abzweigender Nerv erhalten war. Dabei geriethen die vom Nervus cruralis versorgten Muskeln in kräftigen secundären Tetanus, als ich das Knieende des Schenkelnerven bei einem Abstande der Spiralen von beiläufig 40 Cm. tetanisirte. Während du Bois-Reymond um so stärkere secundäre Wirkungen erhielt, je näher er die Elektroden der Theilungsstelle des Nerven brachte, erhielt ich zunehmend schwächere und sehr bald gar keine Wirkung, wenn ich, insbesondere bei aufsteigendem (abterminalem) Strome die Elektroden vom Querschnitt entfernte und dieselben also den secundär zu erregenden Ästen des Nerven näherte. Allerdings galt dies nur bei jenen schwachen Strömen. Wandte ich wesentlich stärkere Ströme an, so konnte ich freilich die Elektroden an beliebiger Stelle des Nerven mit Erfolg anlegen, und kam ich der Abgangstelle der Oberschenkeläste sehr nahe, so steigerte sich bisweilen plötzlich die secundäre Wirkung gewaltig, weil sich nun die elektrotonischen Ströme einmischten. Nach alledem erwiesen sich die von mir beobachteten Wirkungen vorwiegend als eine Function der Erregbarkeit der vom elektrischen Reize getroffenen Nervenstelle, während sie bei du Bois-Reymond vorwiegend als Function der Stromstärke und der Entfernung der Reizstelle vom secundär erregten Nerven erscheinen.

In der That handelt es sich bei du Bois-Reymond's und meinen Versuchen trotz ihrer äusseren Analogie um zwei grundsätzlich verschiedene Erscheinungen. Die wahre secundäre Zuckung ist abhängig von der bis an das centrale Endstück des durchschnittenen Nerven fortgepflanzten Erregung und der dadurch bedingten Schwankung des Längsquerschnittstromes. Denken wir uns statt der am centralen Ende der direct gereizten Fasern anliegenden secundär erregten Fasern einen Muskel in natürlicher Verbindung mit den direct gereizten Fasern, so können wir als Regel für den Erfolg unserer Versuche aufstellen: Wenn dieser Muskel kräftig zucken würde, wird auch der Muskel des secundär erregten Nerven zucken. Diese Regel bedeutet also, dass die wahre secundäre Zuckung dem Zuckungsgesetze folgen muss gerade so, wie es ein am centralen Ende des primär erregten Nerven hängender Muskel thun würde. Scheinbare Abweichungen von dieser Regel haben nur darin ihren Grund, dass die Erregbarkeit des secundär zu erregenden Nerven nicht so constant bleibt, wie die des Muskels, sondern nach Anlegung des Querschnittes rasch abnimmt.

Einer ganz anderen Regel folgen die paradoxen Zuckungen du Bois-Reymond's. Ein Beispiel wird dies am besten erläutern. Der Schenkelnerv wird über dem Knie durchschnitten, bis in die Nähe der Oberschenkeläste freipräparirt und auf unpolarisirbare Elektroden gelegt, so dass die interpolare Strecke nur einige Millimeter beträgt, und der Querschnitt ebenfalls nur wenige Millimeter von der nächstliegenden Elektrode entfernt ist. Das Rheochord wird mit 3—4 Daniell'schen Elementen versehen, und der eine Pol der Kette mit demjenigen Klemmschraubenträger des Rheochords verbunden, welcher sich herausziehen lässt, so dass man abwechselnd einen schwachen Zweigstrom oder den ganzen Strom der Kette durch den Nerven schicken kann. Alle Stöpsel werden eingesetzt, der Schlitten des Rheochords zunächst auf 0 eingestellt und die Stromesrichtung so gewählt, dass der Zweigstrom absteigend (atterminal) durch den Schenkelnerven geht. Nun wird der Plexus ischiadicus durchschnitten, und durch Vorwärtsschieben des Schlittens der Zweigstrom so lange verstärkt, bis die Schliessung eine secundäre Zuckung gibt, wozu je nach der Empfindlichkeit des Präparates entweder schon ein minimales

Abrücken des Schlittens oder ein Abstand desselben vom Nullpunkte genügt, der selbst bei sehr ungünstigen Präparaten einige Centimeter nicht überschreitet. Bei der Öffnung dieses schwachen Stromes erfolgt keine secundäre Zuckung. Jetzt wird der erwähnte Klemmschraubenträger herausgezogen und der volle Strom der Kette durch den Nerven geschickt: es erfolgt bei der Schliessung keine secundäre Zuckung mehr, weil die elektrotonische Veränderung des Nerven an der Anode die Fortleitung der von der Kathode ausgehenden Erregung unmöglich macht. Bei der Öffnung dieses starken Stromes tritt an hinreichend empfindlichen Präparaten kräftige secundäre Zuckung auf, an minder empfindlichen Präparaten kann auch sie ausbleiben. Wird jetzt wieder der schwache Zweigstrom hergestellt, so gibt seine Schliessung abermals Zuckung, seine Öffnung keinen Erfolg, während nochmaliges Einleiten des starken Stromes wieder keine Schliessungs-, dagegen Öffnungzuckung herbeiführt. So kann man die abwechselnde Reizung mit schwachem und starkem Strome fortsetzen, solange die Erregbarkeit des Präparates aushält: der schwache Strom gibt nur Schliessungszuckung, der starke nur Öffnungszuckung oder, wenn die Erregbarkeit bereits gesunken ist, überhaupt keine Zuckung mehr zu einer Zeit, wo der schwache Strom noch secundäre Schliessungszuckung erzeugt.

Nähert man dagegen bei Anwendung des starken Stromes die Elektroden den Oberschenkelästen des Nerven so weit, dass die elektrotonischen Ströme auf die den gereizten Fasern anliegenden Fasern dieser Äste zu wirken anfangen, so erfolgen nun die von du Bois-Reymond beschriebenen paradoxen Zuckungen, und der starke, nach wie vor im Nerven absteigende (atterminale) Kettenstrom gibt nun Schliessungszuckung; mit dem schwachen Strome aber vermag man an derselben Stelle meist gar keine Zuckung auszulösen; denn die Stärke desselben war so gewählt, dass er eben nur hinreichte, um von der dem unteren Querschnitte des Nerven näheren und deshalb erregbareren Stelle aus eine secundäre Zuckung auszulösen.

Man sieht also, wie bei der wahren secundären Zuckung Alles darauf ankommt, dass eine hinreichend kräftige Erregungswelle sich bis zum centralen Querschnittende der primärgereizten

Nervenfasern fortpflanze, um dort durch die negative Schwankung des Nervenstromes Anlass zur Reizung anliegender Faserenden zu geben. Hiezu genügen sehr schwache Ströme, wenn sie nur an einer möglichst erregbaren Stelle des primären Nerven angreifen. Der Abstand der gereizten Stelle von der Abzweigungsstelle der secundär zu erregenden Fasern ist im wesentlichen gleichgültig. Bei der secundären Zuckung du Bois-Reymond's dagegen handelt es sich darum, durch hinreichend starke elektrotonische Ströme der direct gereizten Fasern die anliegenden Fasern innerhalb ihres Verlaufes und zwar in der Nähe der Stelle zu erregen, wo sie von den direct gereizten Fasern abzweigen. Hiezu bedarf es relativ starke Ströme und einer geringen Entfernung zwischen der gereizten Stelle und der Abzweigungsstelle.

Befindet sich der Querschnitt des Nervenstammes, dessen einer Zweig als primärer, dessen anderer als secundärer Nerv fungirt, in der Nähe der Theilungsstelle, so kann die gesteigerte Erregbarkeit der secundären Nervenfasern in der Nähe des Querschnittes auch den Erfolg der secundären Reizung durch die elektrotonischen Ströme begünstigen. In der That fand schon du Bois-Reymond, dass bei Reizung des Nervus peronaeus oder tibialis die Anlegung eines neuen Querschnittes am Nervus ischiadicus das Eintreten der paradoxen Zuckung in den Muskeln des nicht gereizten Astes begünstigte. Hierbei kommt nun für das Eintreten oder Ausbleiben der paradoxen Zuckung beim Schliessen oder Öffnen auch die Richtung des elektrotonisirenden Stromes sehr wesentlich in Betracht, weil die von den elektrotonischen Strömen zu erregende Stelle der secundären Nervenfasern dem Querschnitte derselben nahe liegt.

Es versteht sich ferner, dass bei Anwendung stärkerer Ströme in der Nähe des Abganges des indirect zu reizenden Nerven die Wirkungen der elektrotonischen Ströme sich mit der Wirkung der negativen Schwankung am Querschnittende combiniren können, falls das Präparat hinreichend erregbar und insbesondere der Querschnitt noch frisch ist. Auf diese complicirten Fälle gedenke ich erst einzugehen, wenn ich die paradoxe Zuckung du Bois-Reymond's ausführlicher erörtert haben werde. Befolgt man die oben erwähnte Vorschrift, so ist man vor

Einmischung der elektrotonischen Wirkung ganz sicher. Man nehme also den Strom so schwach, dass er bei aufsteigender (abterminaler) Richtung entweder überhaupt nur in nächster Nähe des Querschnittes oder hier wenigstens wesentlich stärker wirkt, als am übrigen Nerven. Bei absteigender (atterminaler) Richtung des Stromes aber unterscheidet sich auch bei Anwendung überflüssig starker Ströme die wahre secundäre Zuckung von der andern dadurch, dass erstere ausbleibt, wenn der Strom so weit verstärkt wird, dass der Nerv an der Anode leitungsunfähig wird (3—4 Daniell'sche Elemente), während die secundäre Zuckung du Bois-Reymond's mit wachsender Stromstärke ebenfalls wächst.

VIII. SITZUNG VOM 16. MÄRZ 1882.

Herr Dr. L. J. Fitzinger führt als Alterspräsident den Vorsitz.

Herr Enea Lanfranconi, Ingenieur in Pressburg, übermittelt ein Exemplar seines Werkes unter dem Titel: „Rettung Ungarns vor Überschwemmungen."

Das c. M. Herr Oberbergrath V. L. Ritter v. Zepharovich in Prag übersendet eine Mittheilung: „Über den Bibromkampher."

Herr Prof. Dr. Ph. Knoll in Prag übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Beiträge zur Lehre von der Athmungs-Innervation. I. Mittheilung. Athmung bei Erregung des Halsvagus durch seinen eigenen Strom."

Herr Prof. J. V. Janovsky an der höheren Staatsgewerbeschule in Reichenberg übersendet eine Abhandlung: „Über Sulfosäuren des Azobenzols."

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Über eine Classe von Abel'schen Gleichungen", von Herrn Dr. B. Igel in Wien.
2. „Neue Constructionen über Flächen zweiter Ordnung mit besonderer Berücksichtigung der perspectivischen Darstellung", von Herrn Jos. Bazala, Lehrer der Mathematik und der darstellenden Geometrie an der öffentlichen Oberrealschule in der Josefstadt (Wien).

Ferner legt der Secretär ein versiegeltes Schreiben behufs Wahrung der Priorität von Herrn Max Jüllig, Assistent für allgemeine Physik an der technischen Hochschule in Wien, vor, dessen Inhalt ein mechanisches Problem betrifft.

„Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit von den Herren Dr. J. Kachler und Dr. F. V. Spitzer: „Über zwei isomere Bibromkampher aus Monobromkampher."

Herr Prof. Lieben überreicht ferner eine Notiz von Herrn Prof. L. v. Pebal aus Graz: „Über die Anwendung von Elektromagneten zur mechanischen Scheidung von Mineralien."

Das w. M. Herr Prof. E. Suess überreicht eine Abhandlung von Herrn Dr. Emil v. Dunikowski, betitelt: „Die Spongien, Radiolarien und Foraminiferen der unterliassischen Schichten vom Schafberge bei Salzburg."

Das w. M. Herr Hofrath Ritter v. Brücke überreicht eine Mittheilung in Bezug auf die Nachweisung des Harnstoffes mittelst Oxalsäure.

Der Secretär Herr Prof. J. Stefan überreicht eine Abhandlung: „Über die magnetische Schirmwirkung des Eisens."

Herr F. K. Ginzel in Wien überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Astronomische Untersuchungen über Finsternisse. I. Abhandlung. Über die zwischen 26 und 103 n. Chr. stattfindenden Sonnenfinsternisse im Allgemeinen und die Finsterniss des Plutarch insbesonders."

Herr Artillerie-Hauptmann Albert v. Obermayer überreicht eine Abhandlung: „Versuche über Diffusion von Gasen." II.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia, R. dei Lincei: Atti. Anno CCLXXIX 1881—82. Serie terza. Transunti. Vol. VI. Fascicoli 5° & 6°. Roma, 1882; 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift nebst Anzeigen-Blatt. XX. Jahrgang. Nr. 8. Wien, 1882; 8°.

Central-Commission, k. k. statistische: Statistisches Jahrbuch für das Jahr 1879. 2. Heft. Wien, 1882; 8°.

— — Ausweise über den auswärtigen Handel der österreichisch-ungarischen Monarchie im Jahre 1880. I. Abtheilung, XLI. Jahrgang. Wien, 1881; 4°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ Jahrgang VI. Nr. 11. Cöthen, 1882; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome XCIV. Nr. 9. Paris, 1882; 4°.

— — Oeuvres complétes d'Augustin Cauchy. 1re série. Tome I. Paris, 1882; 4°.

Danckelmann, A. v.: Die Ergebnisse der Niederschlagsbeobachtungen in Leipzig und an einigen anderen sächsischen Stationen von 1864—1881. Leipzig, 1882; 4°.

Dupont, E'.: Notice sur la vie et les travaux de Pierre-Henry Nyst Membre de l'Académie. Bruxelles, 1822; 12°. — Sur l'origine des calcaires devoniens de la Belgique. Bruxelles, 1881; 8°.

Gesellschaft, Deutsche für Natur- und Völkerkunde Ostasiens: Mittheilungen. 25. Heft. December 1881. Yokohama, 1881; gr. 4°.

— österreichische, für Meteorologie: Zeitschrift. XVII. Band. März-Heft 1882. Wien; 8°.

— k. k. mährisch-schlesische, zur Beförderung des Ackerbaues, der Natur- und Landeskunde in Brünn: Mittheilungen. LXI. Jahrgang 1881. Brünn; 4°.

— physikalisch-chemische: Journal. Tom. XIII. Nr. 9. St. Petersburg, 1881; 8°. — Tom. XIV, Nr. 1 & 2. St. Petersburg, 1882; 8°.

Goppelsdorfer, Frédéric: Premiers Résultats des études sur la Formation des matières colorantes, par voie électrochimique. Mulhouse, 1881; 8°.

Guillemard, F. H. H. M. A., M. D.: On the endemic haematuria of hot climates caused by the presence of Bilharzia haematobia. London, 1872; 8°.

Handels- und Gewerbekammer in Linz: Statistischer Bericht über die gesammten wirthschaftlichen Verhältnisse Oberösterreichs in den Jahren 1876—1880. II. Band, IV. Theil: Industrie und Gewerbe. Linz, 1881; 8°.

Hortus petropolitanus: Acta. Tomus VII. Fasciculus II. St. Petersburg, 1881; 8°.

Institute, the Anthropological of Great Britain and Ireland; The Journal. Vol. XI. Nr. 3. London, 1881; 8°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k. in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. 6. (Schluss-)Heft. Wien, 1881; 8°.

Mills, Edmund J. D. Sc., F. R. S.: Researches in Thermometry. London, 1880; 4°.

Museum Kralostivi českeho: Nowočeska Bibliothéka. Čislo XVIII. Dil V. W Praze, 1882; 8°. — Čislo XXIV. V Praze 1881; 8°. — I. Jména p. p. zakladatélu Matice česke na konci r. 1880. II. Výtah z učtu Matice česke za rok 1880. III. Seznam spisův a map nákladem Matice české vydanych. V Praze, 1880; 8°.

Nature. Vol. XXV. Nr. 645. London, 1882; 8°.

Naturforscher-Verein zu Riga: Korrespondenzblatt. XXIV. Riga 1881; 8°.

Osservatorio centrale del real collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bollettino mensuale. Serie 2. Vol. I. Nr. X. Torino, 1881; 4°.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XXXII. Band. Jahrgang 1882. Jänner-, Februar- und März-Heft. Wien, 1882; 8°.

Salzburg: Beiträge zur Kenntniss von Stadt und Land. Ein Gedenkbuch an die 54. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte. Salzburg, 1881; 8°.

Società degli Spettroscopisti italiani: Memorie. Vol. X. 1881. Roma, 1881; 4°. — Vol. X. Dispensa 12ª Dicembre. Roma, 1881; 4°.

Société philomatique de Paris: Bulletin. 7ᵉ série, tome sixième Nr. 1. 1881—82. Paris, 1882; 8°.

— royale des sciences de Liège: Mémoires. 2ᵉ série. Tome IX. Londres, Paris, Berlin, Bruxelles, 1882; 8°.

Society the American geographical: Bulletin. 1881. Nr. 3. New York, 1881; 8°.

Verein, Nassauischer für Naturkunde: Jahrbücher. Jahrgang 33 & 34. Wiesbaden, 1880 u. 1881; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXII. Jahrgang Nr. 10; Wien, 1882; 4°.

Zeitschrift für Instrumentenkunde: Organ. II. Jahrgang 1882, 1. & 2. Heft. Berlin, 1882; 4°.

Über die Nachweisung von Harnstoff mittelst Oxalsäure.

Von dem w. M. Ernst Brücke.

Beim Aufsuchen von Harnstoff bedient man sich gewöhnlich der Salpetersäure als des besseren Hilfsmittels, die Oxalsäure wird erst in zweiter Reihe in Betracht gezogen. Ihre Anwendung kann indessen bedeutend vervollkommnet werden. Dies geschieht schon dadurch, dass man das Alkoholextract, in dem der Harnstoff gesucht werden soll, nachdem man es in möglichst wenig Alkohol aufgenommen hat, mit einer concentrirten Lösung von Oxalsäure in Äther versetzt. Das Oxalat ist in Ätheralkohol relativ schwer löslich. Als das beste Verfahren ist mir aber das folgende mit den beigefügten Modificationen erschienen: Man zieht das Alkoholextract, statt es in Äthylalkohol aufzunehmen, mit wenig Amylalkohol in der Wärme aus und filtrirt oder giesst, falls die Flüssigkeit klar ist, vorsichtig ab. Zum Ausziehen dient der käufliche Amylalkohol. Er soll so weit rein sein, dass darin aufgelöste Oxalsäure ihn nicht röthlich oder braun färbt. Ein mässiger Gehalt an Weingeist macht ihn nicht unbrauchbar. Auch der, den ich anwendete, enthielt solchen noch in ziemlicher Menge. Es wurde eine Probe mit Wasser ausgeschüttelt und ein Theil der wässerigen Flüssigkeit abdestillirt. Die Menge des Jodoforms, die mit Hilfe dieses Destillates erhalten werden konnte, zeigte, dass der Gehalt an Äthylalkohol immerhin nicht ganz unbedeutend war. Gleichgiltig ist übrigens dieser Gehalt nicht. Ich habe einige Proben mit einer Portion des Amylalkohols angestellt, die durch längeres Erhitzen im Schwefelsäurebade von dem grössten Theile ihres Äthylalkohols befreit war, und fand, dass sich bei diesen der oxalsaure Harnstoff vollständiger ausschied. Die Fällung geschieht durch eine kalt gesättigte Lösung von Oxalsäure in Amylalkohol.

Die Krystalle sind gewöhnlich jetzt noch klein. Zeigen sie sich selbst für die mikroskopische Untersuchung nicht hinreichend gross und ausgebildet, so erwärmt man das Ganze in der Eprouvette, in der der Niederschlag entstanden ist, bis sie sich vollständig wieder aufgelöst haben. Man lässt erkalten, und nun krystallisirt das Oxalat in grösseren und besser ausgebildeten Gestalten heraus.

Man kann auch so verfahren, dass man statt der Lösung von Oxalsäure in Amylalkohol, Oxalsäure in Substanz zusetzt, dann erwärmt, bis sich Alles gelöst hat, und wieder erkalten lässt. Der Gewinn besteht darin, dass man die Menge der Flüssigkeit nicht unnöthig vermehrt, man muss aber einen zu grossen Überschuss von Oxalsäure vermeiden, damit diese nicht beim Erkalten als solche herauskrystallisirt.

Man kann endlich auch die Lösung des Harnstoffs in Amylalkohol mit einer Lösung von Oxalsäure in entwässertem Äther fällen. Die Ausscheidung erfolgt dabei rasch und reichlich, aber die Krystalle, die man erhält, sind meistens klein und mangelhaft ausgebildet, so dass die Erkennung erschwert ist. Wohl aber könnte sich dieses Verfahren da empfehlen, wo man etwa behufs quantitativer Bestimmung den oxalsauren Harnstoff möglichst vollständig gewinnen wollte. Man könnte in solchen Fällen auch erst Oxalsäure in Substanz hinzufügen und erwärmen, um grosse Krystalle zu erhalten, und schliesslich den Überschuss an Oxalsäure mittelst entwässerten Äthers wieder entfernen. Zeigte es sich, dass kein solcher Überschuss vorhanden, sondern noch Harnstoff im Überschuss, so wäre die Ausfällung mittelst der ätherischen Oxalsäurelösung zu beendigen.

Beiträge zur Lehre von der Athmungsinnervation.

Von Prof. Dr. **Philipp Knoll.**

Erste Mittheilung.

(Mit 3 Tafeln.)

Athmung bei Erregung des Halsvagus durch seinen eigenen Strom.

Die nachfolgenden Mittheilungen beruhen auf Beobachtungen an mehr als 70 Kaninchen. Ein Theil dieser Thiere war durch Injection einer zwischen 0·12 — 0·25 schwankende Dosis Chloral in eine Jugularvene narkotisirt, eine annähernd gleiche Anzahl der Thiere war unvergiftet. Schwache Chloralisirung der Thiere ist für die Wiederholung der in diesen Blättern beschriebenen Versuche zu empfehlen, weil bei nicht narkotisirten Kaninchen oft bei dem geringfügigsten Anlasse auffallende Veränderungen der Athembewegung eintreten, welche den Versuch stören oder auch Täuschungen bedingen können. Bei der bekannten Wirkung des Chloral auf die Athmungsnerven ist aber bei Versuchen über die Innervation der Athembewegungen, wie schon vielfach hervorgehoben wurde, im Allgemeinen nur ganz schwache Chloralisirung der Versuchsthiere zulässig und überdies auch ausreichende Controle an nicht narkotisirten Thieren dringend zu empfehlen. Man wird auch bei unvergifteten Kaninchen, wenn Geräusch, Erschütterung u. dgl. vermieden wird, die Athmung oft so regelmässig finden, dass Experimente bezüglich derselben ohne jede Störung durchgeführt werden können. Für die Versuche, um welche es sich hier handelt, glaube ich ausserdem noch die Verwendung von ganz gesunden, nicht zu lange im Stalle gehaltenen

Kaninchen empfehlen zu sollen, da ich bei diesen im Allgemeinen den Vagus erregbarer fand.

Man darf übrigens nicht erwarten, alle die später mitzutheilenden Experimente einschliesslich der Controlversuche an einem und demselben Versuchsthiere durchführen zu können. Die Beschaffenheit des Vagus, an welchem in der anzugebenden Weise experimentirt wird, ändert sich im Laufe des Versuches sehr wesentlich und damit auch sein Nervenstrom und seine Erregbarkeit. Man wird daher oft den erwarteten Erfolg vermissen, aber auch wohl bei übermässiger Steigerung der Erregbarkeit des Nerven (beispielweise also bei Vertrocknung desselben), unter dem Einflusse an und für sich bedeutungsloser Nebenumstände statt der von mir für gewisse Eingriffe angegebenen Erfolglosigkeit eine Wirksamkeit derselben zu erkennen glauben. Ich habe darum auch absichtlich an der Spitze dieser Mittheilungen hervorgehoben, dass dieselben auf Beobachtungen an einer grossen Zahl von Thieren (welche allerdings zu einem guten Theile nebenher anderweiten experimentellen Zwecken dienten) basiren. Da im Verlaufe der Einzelnversuche gewöhnlich beide Nervi vagi durchschnitten wurden, so führte ich in der Regel schon bei Versuchsbeginn die Tracheotomie aus. Die Registrirung der Versuchsresultate erfolgte auf dem Hering'schen Kymographion. Die Feststellung der Circulationsveränderungen geschah durch das Feder- oder Quecksilbermanometer.

Die Verzeichnung der Respiration erfolgte zum Theile unter Benützung einer Vorrichtung, bei welcher das Versuchsthier in einen geschlossenen Luftraum exspirirte, der mit einer Marey'schen Schreibtrommel verbunden war, zum Theile durch Herstellung einer Communication zwischen vorderem Mediastinum des Versuchsthieres und Schreibtrommel.

Im ersten Falle wurde ein fünf Liter fassendes prismatisches Blechgefäss verwendet, auf dessen Grundflächen halbe Pyramiden aufgesetzt waren, die mit $5^{1}/_{2}$ Cm. im Durchmesser haltenden Öffnungen in die Athmosphäre mündeten. In dem prismatischen Theile des Gefässes befand sich eine an zwei Eisenstäben gleitende schwere Platte, welche es ermöglichte, die Luft in demselben durch wiederholtes Umstürzen des Apparates bei offenen Mündungen rasch und gründlich zu erneuern, und durch Ver-

kleinerung des Luftraumes eventuell die Empfindlichkeit der ganzen Vorrichtung zu steigern.[1]

Der Verschluss des Apparates erfolgte durch mit Kautschukringen bekleidete Holzpfropfen, deren einer kuppelartig ausgehöhlt und von einem 5 Mm. im Lumen haltenden an der Kuppelhöhe mündenden 4 Cm. langen Messingrohr durchbohrt war.

Da die oben angegebene Form des Blechgefässes es ermöglichte, mit demselben so an das in dem Czermak'schen Kaninchenhalter fixirte Thier heranzurücken, dass jenes Messingrohr bis dicht an die Trachealcanüle reichte und mit dieser nahezu in eine gerade Linie zu liegen kam, so war jede Erschwerung der Athmung während der Benützung jener Vorrichtung vermieden.

Die Verzeichnung der Athmung durch Verbindung des vorderen Mediastinalraumes mit einer Schreibtrommel geschah in der von mir in einer früheren Mittheilung angegebenen Weise.[2] Da ich in jener Mittheilung nur im Allgemeinen auf die Eignung der beschriebenen Vorrichtung zur Verzeichnung der Athembewegungen verwies (p. 11), ohne mich über die Vor- und Nachtheile dieses Verfahrens näher auszusprechen, muss letzteres hier geschehen.

Der Vortheil, die Athembewegungen eines kleinen Versuchsthieres ohne anderen Eingriff zur Verzeichnung zu bringen, als das Umstechen des Sternum mit einer Canüle, ist so einleuchtend, dass es kaum einer weiteren Bemerkung in dieser Richtung

---

[1] Bei Kaninchen bedarf es meist einer Verminderung der Empfindlichkeit durch Einschaltung eines zweiten geschlossenen Luftraumes zwischen diesen Apparat und der Schreibtrommel.

[2] Über eine Methode zur Verzeichnung der Volumschwankungen des Herzens. Sitzb. d. Wiener Akademie der Wissensch. 82. Bd., III. Abth. Juni-Heft, p. 7—11.

Das Einführen einer Canüle in den geschlossenen vorderen Mittelfellraum wurde bereits im Jahre 1873 von Adamkiewicz und Jacobson behufs Bestimmung des intrapericardialen Druckes geübt (Centralbl. f. d. medic. Wissensch. 1873, p. 483). Aus dem Sitzungsberichte der physiol. Gesellschaft in Berlin vom 16. April 1880 ersehe ich, dass Gad diesen Vorgang gelegentlich auch schon zur Verzeichnung der intrathoracalen Athemdruckschwankungen benützt hat. Eine methodische Verwerthung desselben zur Verzeichnung der Volumschwankungen des Herzens und der Athmungsdruckschwankungen scheint jedoch vor meiner diesbezüglichen Mittheilung von keiner Seite erfolgt zu sein.

bedarf. Entfällt doch hiemit im Allgemeinen die Nothwendigkeit der Tracheotomie und der Verwendung umfangreicherer Apparate, welche entweder das Arbeiten am Versuchsthiere sehr erschweren oder durch das Erforderniss sich öfter wiederholender Lüftung eine, wenn auch noch so abgekürzte Versuchsstörung bedingen. Und auch vor der jüngst wieder von Rosenthal[1] warm empfohlenen Verzeichnung der Athmung mittelst einer in den Oesophagus eingeführten Canüle hat das in Rede stehende Verfahren den Vorzug eines geringfügigeren operativen Eingriffes und des Wegfalles jener Störungen, welche die Contractionen des Oesophagus bedingen können.

Gegenüber diesen Vorzügen sind aber folgende Nachtheile des angegebenen Verfahrens in Erwägung zu ziehen.

1. Durch das Einströmen von Luft in den Mittelfellraum wird der intrathoracale Druck geändert. Der Vergleich der vor und nach dem Einführen der Canüle in das Mediastinum mittels einer anderen guten Methode gewonnenen Curven lehrt aber, dass Ansammlung von Luft im Mittelfellraum unter Athmosphärendruck an und für sich keine merkbare Veränderung der Athembewegungen bedingt.

2. Das Einführen der Canüle kann eine Verletzung des Herzens oder Pneumothorax herbeiführen. Dieses Ereigniss ist aber bei einiger Vorsicht ein kaum in Betracht kommender Ausnahmsfall. Verhältnissmässig leichter ereignet es sich noch, dass beim Umstechen des Sternum ein Rippenfellsack angestochen, durch die Canüle aber gleichzeitig wieder verstopft wird, was keinerlei Respirationsstörungen bedingt.

3. Die im Thorax befindliche Canülenöffnung kann durch eines der im vorderen Mittelfellraum befindlichen Gebilde verlegt werden. Eine geringe Veränderung in der Lage der Canüle oder ein vorsichtiges Einblasen von Luft genügt in der Regel, diesen Übelstand sofort zu beseitigen.

4. Mittelst der angegebenen Methode werden nicht allein die durch Athembewegungen, sondern auch die durch Volumschwankungen des Herzens bedingten Veränderungen des intra-

[1] Neue Studien über Athembewegungen. Arch. f. Physiol. von Du Bois-Reymond 1880, Supplementband p. 36.

thoracalen Druckes verzeichnet. Die letzteren sind aber in der Regel so viel häufiger und geringer als die ersteren, dass eine fehlerhafte Verzeichnung der Athembewegungen hiedurch gewöhnlich nicht bedingt wird.[1] Nur wenn das Herz abnorm anschwillt, wie z. B. bei diastolischem Stillstande, oder wenn die Respiration sehr flach und sehr frequent wird, kommt es zu einer störenden Interferenz. Im Ganzen genommen halte ich darum die Vorzüge dieser sehr einfachen, leider aber nur bei Thieren mit einem verhältnissmässig weiten Mediastinalraum verwendbaren Methode die Athembewegungen zu registriren für überwiegend und glaube, gestützt auf eine nicht unbedeutende Summe von Erfahrungen über ihre Verwendbarkeit, dieselbe für alle jene Versuche über Athembewegungen empfehlen zu dürfen, bei denen keine ganz abnormen Volumschwankungen des Herzens oder keine ganz abnorm grosse Frequenz und Verflachung der Athmung zu erwarten sind.

I. Exspiratorische Wirkungen bei plötzlicher Herstellung oder Ausschaltung einer Nebenschliessung am Halsvagus.

Die in diesem Capitel zu beschreibenden Eingriffe erzeugen, wenn sie bei Normalathmung[2] des Versuchsthieres ausgeführt werden, im Ganzen gleichartige Veränderungen der Athmung, als deren auffälligste Erscheinung das Eintreten exspiratorischer Stillstände zu bezeichnen ist. Diese Athmungsstillstände sind bei einzelnen der anzuführenden Eingriffe sofort von maximaler Dauer bei andern wieder prägen sie sich erst allmälig deutlicher aus. Nach gewissen Eingriffen ist eine längere Reihe von derartigen Stillständen zwischen den einzelnen Respirationen zu constatiren und die Wiederherstellung der Normalathmung erfolgt nur ganz allmälig; nach andern Eingriffen wieder kommt es nur zu einer

[1] Es bedarf übrigens wohl kaum eines Hinweises darauf, dass die durch den Herzschlag bedingten Elevationen auf den Curven kaum angedeutet sind, wenn man sich einer grossen Schreibtrommel mit stärkerer Membran bedient.

[2] Mit Normalathmung bezeichne ich die (abgesehen von der Chloralisirung) nicht experimentell beeinflusste Athemfrequenz des Versuchsthieres.

sehr geringen Zahl von Athmungsstillständen oder sogar nur zu einem einzigen. Die ersten zwischen den Stillständen liegenden Respirationen sind öfter sehr seicht; bei einiger Andauer der Athmungsveränderungen stellt sich aber regelmässig eine erhebliche Vertiefung der Athembewegung ein, wobei die Exspiration ausgeprägt activ wird. Nicht immer kommt es bis zur Entwicklung von Stillständen; bei gewissen Eingriffen stellt sich öfter nur eine Verzögerung der Exspiration oder eine Verrückung der mittleren Athemlage gegen die Exspirationsgrenze ein.

Wie in Bezug auf diese Punkte die Erfolge der einzelnen Eingriffe sich ausprägen, soll bei Beschreibung derselben kurz angegeben werden. Festzuhalten ist, dass als gemeinsames Resultat jener Eingriffe exspiratorische Wirkungen zu beobachten sind, und diese treten unter nachfolgenden Umständen ein.

1. Exspiratorische Wirkungen bei der Präparation des Halsvagus.

Wenn man den Halsvagus eines Kaninchens von seinem Brustende bis gegen sein Kopfende vom Bindegewebe und den anliegenden Nerven und Gefässen frei präparirt, so wird man auch bei dem schonendsten Verfahren häufig, stets aber bei einem unvorsichtigen, etwa gar zur Verletzung des Nerven führenden Gebaren exspiratorische Wirkungen beobachten. Diese Wirkungen sind bei durchschnittenen oder abgeschnürten Nerven besonders eclatant (Taf. I, Fig. 4). Bei schonender Präparation kommt es oft nur zur Verzögerung der Exspiration oder zur Verrückung der mittleren Athemlage gegen die Exspirationsgrenze, und wenn Stillstände der Athmung eintreten, so ist Zahl und Dauer derselben gering. Nicht selten tritt die Erscheinung bei allmäligem Vorschreiten der Präparation vom Brust- zum Kopfende des Nerven wiederholt auf.

Am häufigsten sah ich dieselbe sich einstellen, wenn ich bei der Präparation in die Nähe des Nervus laryngeus superior kam. Stark und anhaltend wurde die Erscheinung in der Regel, wenn der Nervus laryngeus superior durchschnitten oder der Vagusstamm selbst verletzt wurde. Zuweilen aber beeinträchtigte dann eine zur Respirationsstörung sich gesellende Unruhe des Versuchsthieres die reine Ausprägung der ersteren.

2. Exspiratorische Wirkungen beim Abheben des frei präparirten Halsvagus von der Halswunde.[1]

Wird der vom Brust- bis gegen das Kopfende frei präparirte Halsvagus von den feuchten Geweben, auf denen er in der Halswunde liegt, mittelst eines Glasstabes oder eines unterlegten Seidenfadens abgehoben, so treten häufig exspiratorische Wirkungen ein. Regelmässig beobachtete ich dieselben beim Erheben des frisch präparirten Nerven, wenn bei der vorhergehenden Präparation desselben derartige Wirkungen zu beobachten waren.

Liessen sich dieselben am frisch präparirten Nerven nicht erzielen, so stellten sie sich oft einige Zeit nach der Präparation und zwar selbst bei vorsichtigstem, mit möglichst geringer Zerrung des Nerven verbundenem Erheben desselben ein. Regelmässig konnte ich diese Wirkungen constatiren, wenn der frei präparirte Halsvagus an seinem Brustende mittelst eines Seidenfadens abgeschnürt und an dem Schnürfaden erhoben wurde. War das Abheben des Nerven vorher ohne Einfluss auf die Athmung,[2] so genügte das Abschnüren, um diesen Versuch sofort erfolgreich zu machen.

Am ausgeprägtesten fand ich den Effect beim Erheben des eventuell peripher von der Schnürstelle durchschnittenen Nerven (Taf. II, Fig. 1 u. 6), wobei ein rasches Abheben der ganzen frei präparirten Nervenstrecke von den unterliegenden Geweben ohne jede Zerrung ermöglicht ist.[3] Günstig wirkt ferner stärkere Befeuchtung der Gewebe in der Halswunde und vorhergehender Einschluss des Nerven in dieser durch Aneinanderlegen der klaffenden Wundtheile.

In der Mehrzahl meiner diesbezüglichen Versuche lag der Nerv in der Halswunde unmittelbar auf quergestreiften Muskeln auf. Indessen sah ich auch beim Abheben des auf die feuchte

---

[1] Diese Erscheinung wurde bereits von Langendorff beschrieben, aber nicht näher untersucht. Mittheilungen aus dem Königsberger physiol. Laboratorium, Königsberg 1878, p. 54.

[2] In den Fällen, wo das Erheben des Nerven von vornherein von Erfolg begleitet ist, erlischt dieser Erfolg nach einiger Zeit.

[3] Bei allen Versuchen am durchschnittenen Halsvagus konnte ich keinen Unterschied in der Wirkung erkennen, wenn der zweite Vagus intact oder gleichfalls durchschnitten war.

Carotis communis (Taf. II, Fig. 8), oder auf die feuchte Innenfläche der Haut gelagerten Vagus so kräftige exspiratorische Wirkungen sich einstellen, dass ich nicht annehmen kann, dass die Natur der feuchten Gewebe, auf welchen der Nerv liegt, von wesentlicher Bedeutung für den Erfolg jenes Versuches ist. Die intensivsten Wirkungen erzielt man in der Regel, wenn beide Halsvagi frisch durchschnitten, gleichzeitig von feuchten Geweben in der Halswunde abgehoben werden (Taf. I, Fig. 2, 3).

Bei rasch aufeinander folgenden Wiederholungen des Versuches schwächen sich die Wirkungen bald bis zu vollständiger Erfolglosigkeit ab.

Bei Einschaltung längerer, mit Abschluss des Nerven zwischen feuchten Geweben verknüpfter Pausen, vermag man aber häufig eine grössere Reihe derartiger Versuche erfolgreich zu wiederholen. Bleibt jedoch endlich die Wirkung aus, so gelingt es oft, sie dadurch wieder hervorzurufen, dass man vor dem Versuche den Nerven an einer mehr central gelegenen Stelle neuerdings durchschneidet oder abschnürt.

Auch das Freipräpariren einer vorher unberührten mehr central gelegenen Nervenstrecke leistet in dieser Richtung manchmal gute Dienste.

Die in der angegebenen Weise hervorgerufene Respirationsstörung ist in der Regel eine recht anhaltende. Es dauert zuweilen eine halbe Minute und darüber, ehe die exspiratorischen Wirkungen vollständig verschwunden sind und die ursprüngliche Frequenz der Athmung wieder hergestellt erscheint.

Wird das Erheben an dem nicht abgeschnürten beziehungsweise undurchschnittenen Nerven ausgeführt, so stellen sich die exspiratorischen Wirkungen unter anwachsender Vertiefung der Athmung mehr allmälig ein, während im entgegengesetzten Falle die Wirkung in der Regel sofort eine maximale, hierauf allmälig abnehmende ist. Im ersten Falle kommt es oft nur zu mehr oder weniger erheblicher Verzögerung der Exspiration, während im zweiten Falle fast ausnahmslos Stillstände und zwar oft Stillstände von sehr erheblicher Dauer eintreten.

In beiden Fällen aber hält die im Verlaufe des Versuches sich einstellende Vertiefung der Athmung gewöhnlich während der ganzen Dauer der Elevation des Nerven an.

3. Exspiratorische Wirkungen bei dem Senken des erhobenen Halsvagus auf die Halswunde.

Wird der freipräparirte, über die Halswunde erhobene Vagus in diese niedergesenkt, so kommt es sehr oft zum Stillstande der Athmung in Exspirationsstellung (Taf. I, Fig. 1, Taf. II, Fig. 1, 3, 6, 8). Auch das Eintreten dieser Erscheinung wird durch Abschnüren beziehungsweise Abschneiden des Nerven und durch stärkere Befeuchtung der Halswunde, sowie durch den gleichzeitigen Schluss der Halswunde mittels des Aneinanderlegens der klaffenden Theile (welch' letzteres auch für sich allein exspiratorische Wirkungen herbeizuführen vermag) sehr begünstigt. Auch hiebei kann oft eine Wiederkehr der erloschenen Wirkung des Eingriffes erzielt werden, durch wiederholte Durchschneidung oder Abschnürung des Nerven oder Präparation eines frischen Nervenstückes.

Die Wirkung dieses Eingriffes ist sofort maximal und hält in der Regel nur kurz an. Zuweilen, insbesondere bei Ausführung des Versuches am frisch abgeschnürten Nerven, tritt störende Unruhe des Versuchsthieres ein; öfter schliesst sich an die ersten exspiratorischen Wirkungen eine Anzahl abgeflachter bei Tiefstand des Zwerchfelles erfolgender Athmungen an.

4. Exspiratorische Wirkungen bei Benetzung des Halsvagus mit einer leitenden Flüssigkeit.

Als leitende Flüssigkeiten wurden bei diesen Versuchen Kochsalzlösung von 0·6 Percent [1] oder Kaninchenblutserum oder ein Gemenge dieser beiden Flüssigkeiten benützt. Die Temperatur derselben wurde ohne Einfluss auf den Erfolg des Versuches zwischen Zimmertemperatur und 35° C variirt. Mit Blutserum oder einem Gemenge von Blutserum und Kochsalzlösung konnte der Versuch gewöhnlich häufiger erfolgreich wiederholt werden, als mit einer Kochsalzlösung von 0·6 Percent, was wohl darauf

---

[1] Bekanntlich bediente sich Hering bei seinen Versuchen über directe Muskelreizung durch den Muskelstrom (Sitzb. d. Wiener Akademie, Bd. 79, III. Abth., Jänner-Heft), welche das Paradigma für die Mehrzahl der in dieser Abhandlung mitgetheilten Versuche gegeben haben, ebenfalls vorzugsweise der Kochsalzlösung.

hinweisen dürfte, dass letztere Flüssigkeit nicht ganz indifferent für den Nerven ist.

Die Benetzung geschah entweder durch Bespülen des in situ befindlichen oder in ein Glas- oder Porzellangefäss oder auf eine Glimmerplatte gelagerten Nerven, oder durch Eintauchen des Nerven in ein mit den betreffenden Flüssigkeiten gefülltes Gefäss. Die Wirkung trat im Allgemeinen desto sicherer und stärker ein, je länger die benetzte Nervenstrecke war. Bespülung des Vagus in situ oder des auf eine Glimmerplatte gelagerten Nerven, wobei das ganze frei präparirte Nervenstück benetzt werden konnte, erwiesen sich darum im Allgemeinen am erfolgreichsten. Indessen genügte oft auch das Benetzen des Schnittendes oder einer kleinen mehr central gelegenen Stelle des Nerven mit einem einzigen Tropfen jener Flüssigkeiten, um relativ lange exspiratorische Stillstände hervorzurufen. Ja in manchen Fällen erwies sich gerade die Benetzung einer eng umschriebenen ziemlich weit vom Schnittende entfernten Nervenstrecke als besonders wirksam. Und auch bei diesem Versuche war das Anlegen einer neuen Ligatur oder eines frischen mehr central liegenden Schnittes ein gutes Hilfsmittel, um erloschene Wirkungen wieder hervorzurufen.

Der Erfolg dieses Versuches ist sofort ein maximaler, die Dauer der Respirationsstörung im Allgemeinen eine kurze. In der Regel kommt es dabei zu exspiratorischen Stillständen von mehr oder weniger erheblicher Dauer. (Taf. I, Fig. 5, Taf. II, Fig. 4.)

5. Exspiratorische Wirkungen beim Erheben des Halsvagus aus einer leitenden Flüssigkeit.

Hebt man den in einer der angegebenen leitenden Flüssigkeiten liegenden Nerven aus dieser heraus, nachdem die durch die Benetzung herbeigeführte Respirationsstörung vollständig abgeklungen ist, so kommen öfter exspiratorische Wirkungen zum Vorschein [1] (Taf. I, Fig. 5). Häufiger beobachtete ich diesen Effect bei Verwendung von Blutserum oder mit Blutserum vermengter als bei Anwendung reiner Kochsalzlösung.

---

[1] Dieser Versuch ist in der Mehrzahl der Fälle ohne Wirkung.

Nach längerem Liegen in reiner Kochsalzlösung erwies sich sogar öfter ein vorher prompt reagirender Nerv reactionslos gegen die früher beschriebenen Eingriffe. Die Wirkung dieses Versuches ist sofort maximal und von kurzer Dauer, meistens sind dabei wirkliche Stillstände zu constatiren.

6. Exspiratorische Wirkungen bei Berührung des Halsvagus mit metallischen Leitern.

Exspiratorische Wirkungen erhält man zuweilen auch, wenn man den Vagus auf eine Zink- oder Kupferplatte legt oder mit Nadelelektroden berührt,[1] welche mit der secundären Spirale eines stromlosen Inductoriums verbunden sind. Hervorheben muss ich aber, dass ich in den fraglichen Fällen nur die Berührung einzelner Strecken des Nerven wirksam fand, so dass nicht selten die exspiratorischen Wirkungen beim Vorrücken der Elektroden vom Schnittende zum Kopfende nur bei Berührung einzelner eng umschriebener Stellen zum Vorschein kamen. Meistens sind hiebei nicht wirkliche Stillstände zu constatiren, sondern nur eine Verzögerung der Exspiration oder eine Verrückung der mittleren Athemlage gegen die Exspirationsgrenze.

II. Nachweis, dass diese exspiratorischen Wirkungen durch eine Schwankung im Eigenstrome des Halsvagus bedingt sind.

Ein Überblick über die in dem vorhergehenden Capitel geschilderten Versuche lehrt, dass bei denselben ein gemeinsamer Umstand interferirt, nämlich Herstellung oder Ausschaltung einer Nebenschliessung am Halsvagus. Alle übrigen bei einzelnen der Versuche in Betracht kommenden Umstände, als: Einwirkung von Geweben die selbst elektrische Eigenschaften besitzen, Veränderung in der Befeuchtung oder Temperatur des Nerven, mechanische Einwirkungen auf denselben und chemische oder metallische Reizung erscheinen bei anderen Versuchen vollständig ausgeschlossen. Muss schon hiedurch die Vermuthung erweckt

---

[1] Die letztere Erscheinung ist bereits von Langendorff beschrieben (l. c. p. 54).

werden, dass die Herstellung, beziehungsweise Ausschaltung einer Nebenschliessung am Halsvagus die Grundbedingung der bei jenen Versuchen eintretenden Respirationsstörung ist, so gewinnt diese Vermuthung noch an Gewicht, wenn man sieht, dass vorsichtiges Abtrocknen des Vagus durch feines Fliesspapier, mässige Temperaturschwankungen des Nerven durch Eintauchen desselben in erwärmtes oder abgekühltes Öl erzeugt [1] und leichtes Zerren am Vagus [2] die Athmung ganz unverändert lassen, während vorsichtiges Auflegen von feuchten Geweben (Darm, Eierstock des Frosches z. B.) auf den in der Halswunde oder auf einer isolirenden Unterlage liegenden Nerven die kräftigsten exspiratorischen Wirkungen zu erzeugen vermag.

Eine weitere wesentliche Verstärkung erfährt jene Vermuthung dadurch, dass alle Umstände, welche nachgewiesenermassen einen Nervenstrom erzeugen, begünstigend einwirken auf den Erfolg der beschriebenen Versuche. Ich verweise diesbezüglich auf das regelmässige Eintreten starker Wirkungen bei gewaltsamer, etwa gar zur Verletzung des Nervenstammes führender Präparation des Vagus, während bei möglichst schonendem Blosslegen dieses Nerven [3] die Athmung nicht selten ganz unverändert bleibt. Ich verweise ferner auf den Einfluss, welchen das Abschnüren, sowie Durchschneiden des Nerven auf das Eintreten beziehungsweise die Wiederkehr der Wirkung bei den beschriebenen Versuchen ausübt.[4]

---

[1] Auf diesen Umstand hat bereits Grützner aufmerksam gemacht. Über die Einwirkung von Wärme und Kälte auf Nerven. Pflüger's Arch. Bd. 17, p. 215 ff.

[2] Selbstverständlich müssen hiebei alle Veränderungen in Bezug auf Nebenschliessung sorgfältig vermieden werden.

[3] Es bedarf wohl kaum des Hinweises darauf, dass ein vom Brustende bis gegen den Abgang des Laryngeus superior frei präparirter Halsvagus überhaupt wohl nicht als ganz unversehrt im physiologischen Sinne betrachtet werden kann.

[4] Es gelang mir oft an einem Nerven, der keinerlei Wirkung auf die Athmung bei den früher geschilderten Eingriffen mehr erkennen liess, diese Eingriffe dadurch wieder wirksam zu machen, dass ich den Nerven irgend einer wasserentziehenden Procedur unterzog und dann neuerdings etwas befeuchtete. Ich benützte hiebei entweder die Eintrocknung des Nerven an der Luft, das Trocknen des Nerven zwischen Fliesspapier oder das Aufstreuen von Zucker oder Kochsalz oder die Benetzung mit Glycerin. Der

Vollends werden aber die Zweifel an der Richtigkeit jener Vermuthung verscheucht, wenn man einen Theil der im vorhergehenden Capitel beschriebenen Versuche derart ausführt, dass bei möglichster Gleichheit aller anderen Bedingungen die Herstellung oder Ausschaltung einer Nebenschliessung in Wegfall kommt. Denn in diesem Falle bleibt bei Beobachtung aller nöthigen Cautelen die Athmung unverändert.

Es gilt dies vom Heben und Senken des Nerven, wenn man den Nerven oder die feuchten Gewebe, auf die er gelagert wird, mit reinem Öle benetzt, oder als Unterlage statt feuchter Gewebe eine trockene Glimmer- oder Glasplatte benützt. Wird der Versuch mit Öl angestellt, so ist wohl darauf zu achten, dass die Benetzung des Nerven, beziehungsweise der zur Lagerung benützten Gewebspartien, eine vollständige ist, da Herstellung einer Nebenschliessung an einer ganz eng umschriebenen Stelle des Nerven, wie schon im vorhergehenden Capitel angeführt wurde, oft die kräftigsten exspiratorischen Wirkungen hervorruft. Führt man aber den Versuch unter Beobachtung dieser Vorsichtsmassregel aus, so bleibt die Athmung unverändert, während nach Reinigung des Nerven und der Gewebe mittels feinen Fliesspapiers, durch Heben und Senken neuerdings wieder exspiratorische Wirkungen zu erzielen sind. Bei Verwendung einer Glimmer- oder Glasplatte als Unterlage ist zunächst darauf zu achten, dass bei dem Auflegen des Nerven nicht irgend ein Stück der frei präparirten Strecke mit feuchten Geweben in Berührung kommt. Sodann ist insbesondere darauf zu sehen, dass an dem aufgelagerten Theile des Nerven keine Flüssigkeitströpfchen haften, da diese bei dem Auflegen auf die Platte sich ausbreiten, dadurch Nebenschliessung an einer viel grösseren Nervenstrecke

Nerv wird aber unter den angegebenen Umständen, welche ihrerseits, wie ich bei einer anderen Gelegenheit näher ausführen werde, selbst die Athmung sehr wesentlich beeinflussen können, oft so erregbar, dass bei den weiteren Versuchen mit demselben leicht störende Nebenwirkungen eintreten. Ein Gleiches gilt von dem Effect, den die Application von Eis auf den Vagus und das Reiben desselben mit irgend einem harten Gegenstande nach sich zieht. Auch diese Eingriffe, deren directe Wirkung auf die Athmung ich gleichfalls bei einer anderen Gelegenheit erörtern werde, ziehen eine oft zu störenden Nebenwirkungen Anlass gebende Steigerung der Erregbarkeit des Vagus nach sich.

als vordem erzeugen, und so oft die kräftigsten exspiratorischen Wirkungen hervorrufen (Taf. II, Fig. 2 u. 7). Gerade die Erfüllung dieser letzteren Vorsichtsmassregel ist aber oft mit Schwierigkeiten verknüpft. Häufig quellen nämlich aus dem Nerven selbst immer und immer wieder kleine Bluttröpfchen hervor.[1] In diesem Falle ist es nicht möglich, den Nerven selbst nur ganz kurze Zeit hindurch unbenetzt zu erhalten.

Man kann dann aber manchmal die Bedeutung der Nebenschliessung für den Eintritt der exspiratorischen Wirkungen recht schlagend demonstriren, indem bei abwechselndem Auflegen von feuchten und trockenen Nervenstrecken auf die isolirende Platte das eine Mal exspiratorische Wirkungen eintreten, das andere Mal dagegen nicht, während bei sorgfältigem Abwischen des aufliegenden Nerven die durch veränderte Flüssigkeitsvertheilung bedingten exspiratorischen Wirkungen verschwinden.

Es ist eine frappirende Erscheinung, wenn bei dem Auflegen einer ganz eng umschriebenen Stelle des Nerven, an welcher ein kleines Flüssigkeitströpfchen haftet, die ausgeprägtesten Respirationsstörungen eintreten, es steht diese Erscheinung aber im Einklange mit der in dem vorhergehenden Capitel beschriebenen, welche oft bei Benetzung des Nerven mit einem einzigen Flüssigkeitstropfen zu beobachten ist.

Die Bedeutung des elektrischen Leitungsvermögens der zur Benetzung des Nerven benützten Flüssigkeiten für den Erfolg des Versuches erhellt aus vergleichenden Versuchen mit gut und schlecht leitenden Flüssigkeiten. So fand ich in einer grossen Zahl derartiger Vergleichsversuche die Benetzung des Nerven mit destillirtem Wasser oder mit concentrirtem Glycerin erfolglos während eine unmittelbar vorhergehende und nachfolgende möglichst gleichartige Application von 0·6 percentiger Kochsalzlösung die deutlichsten Wirkungen hatte. Nicht selten allerdings, treten auch bei Benetzung des Nerven mit Glycerin, besonders aber mit Wasser, exspiratorische Wirkungen ein. Dies kann aber kaum verwunderlich erscheinen, wenn man bedenkt, wie häufig an dem Nerven selbst Tropfen gut leitender Flüssigkeit haften,

[1] Es bedarf wohl kaum einer besonderen Bemerkung, dass die dem Vagus dicht anliegende grössere Vene bei meinen Versuchen stets sorgfältig al präparirt war.

welche bei Benetzung desselben mit einer schlechtleitenden Flüssigkeit eine andere Vertheilung am Nerven erfahren müssen. Ich habe denn auch, seitdem ich diesen Punkt genauer beachtete, in den Fällen, wo die Benetzung des Nerven mit Wasser oder Glycerin exspiratorische Wirkungen hervorrief, regelmässig eine Verunreinigung der zur Benetzung gebrauchten, schlecht leitenden Flüssigkeit durch am Nerven haftendes Blut constatiren können.

Diese Änderung in der Vertheilung am Nerven haftender Flüssigkeit macht es auch begreiflich, dass zuweilen selbst bei Benetzung des Halsvagus mit reinem Öle exspiratorische Wirkungen zu beobachten sind, während die Athmung bei diesem Eingriffe in der Regel ganz unverändert bleibt. Auch bei Benetzung des Nerven mit absolutem Alkohol, mit concentrirten Lösungen von Milchsäure und Sublimat, sowie mit Kreosot treten keine exspiratorischen Wirkungen ein.[1] Und wenn ich diese Effecte bei Benetzung des Nerven mit den letzteren Substanzen fast ausnahmslos[2] vermisste, so dürfte neben ihrer zerstörenden Einwirkung auf den Nerven hiebei wohl auch ihre coagulirende Einwirkung auf das am Nerven haftende Blut in Betracht kommen, welche Veränderungen in der Vertheilung dieses Blutes am Nerven verhindert.

Bei den Veränderungen der Athmung, welche durch Berühren des Halsvagus mit Zink- oder Kupferplatten, sowie mit Nadelelektroden zu erzielen sind, lassen sich elektrische, durch Ungleichartigkeiten der berührten Stellen der Metalle bedingte Wirkungen an und für sich nicht ganz ausschliessen. Indessen muss ich anführen, dass ich auch bei Verwendung von Platten und Elektroden aus amalgamirtem Zink, bei welchen solche Ungleichartigkeiten kaum in Betracht kommen, selbst dann exspiratorische Wirkungen erhielt, wenn ich jede durch Änderung in der Vertheilung gut leitender, am Nerven haftender Flüssigkeit bedingte störende Interferenz thunlichst vermieden hatte.

---

[1] Ob und wie sich die Athmung bei Einwirkung dieser chemischen Reize auf den Halsvagus verändert, soll bei anderer Gelegenheit erörtert werden.

[2] Trotz vielfältiger Wiederholung habe ich bei diesen Versuchen ein einziges mal und zwar bei Verwendung von Alkohol exspiratorische Wirkungen erhalten.

Es ist ferner zu bemerken, dass beim Heben und Senken des Vagus auf die Halswunde die Einwirkung von Muskelströmen in's Spiel kommen kann. Denn dass bei Präparation der den Halsvagus bedeckenden Muskeln diese letzteren nicht unversehrt und stromlos zu erhalten sind, liegt auf der Hand; und dass der Muskelstrom exspiratorische Wirkungen vom Vagus aus zu erregen vermag, lässt sich durch Berührung dieses Nerven mit einem stromlosen und stromgebenden Frosch-Sartorius erweisen. Benützt man nämlich hiebei einen Halsvagus, der bei Contact mit dem stromlosen Froschmuskel und mit feuchten Leitern überhaupt keine Veränderung der Athmung auslöst, so kann man zuweilen durch Berührung mit einem stromgebenden Muskel exspiratorische Wirkungen erzielen, welche als Wirkung des Muskelstromes anzusehen sind, und dem entsprechend auch je nach der Richtung, in welcher der Muskelstrom den Nerven durchfliesst variiren.[1]

Nachdem jedoch die exspiratorischen Wirkungen unter den angegebenen Bedingungen nicht regelmässig zu beobachten und weit schwächer sind, als beim Senken des frisch abgeschnürten Nerven auf die Halswunde, nachdem ferner, wie ich früher schon hervorhob, sehr intensive exspiratorische Wirkungen zu beobachten sind, wenn der Nerv in der Halswunde nicht auf die Musculatur sondern auf andere feuchte Gewebe gelagert, oder der auf einer isolirenden Unterlage ruhende Nerv mit anderen feuchten Geweben berührt wird (Taf. II, Fig. 5), so ist mir eine wesentliche Betheiligung der Muskelströme an der Auslösung der beim Heben und Senken des Vagus eintretenden Erscheinungen unwahrscheinlich.

---

[1] Bei diesen Versuchen hat man wohl darauf zu achten, dass die Berührung des Nerven immer an gleichen Stellen erfolgt, da die Application feuchter Leiter am Halsvagus oft nur bei Berührung einzelner, relativ weit aus einander liegender Punkte exspiratorische Wirkungen auslöst. Es spricht dies dafür, dass in dem auf die angegebene Weise präparirten Halsvagus an verschiedenen Stellen Ströme entstehen und dies macht es auch erklärlich, dass bei successivem Senken der frei präparirten Nervenstrecke auf die Halswunde zuweilen ein wiederholtes Auftreten exspiratorischer Wirkungen von verschiedener Intensität zu beobachten ist (Taf. II, Fig. 3). (Vergl. übrigens mit Bezug auf diesen Punkt die Angaben von Grützner im Tageblatt der Salzburger Naturforscherversammlung 1881, p. 119.)

III. Anderweite Veränderungen der Respiration, welche in Ausnahmsfällen bei Schwankungen im Eigenstrome des Halsvagus zu beobachten sind.

Bei zweien der benützten Versuchsthiere, welche unvergiftet waren und sich durch eine grosse Reflexerregbarkeit auszeichneten, erhielt ich bei Herstellung oder Ausschaltung einer Nebenschliessung am Halsvagus einigemale statt exspiratorischer Verlangsamung exspiratorische Beschleunigung (Taf. III, Fig. 2 u. 4). Diese abweichende Wirkung hielt aber nur eine kurze Zeit an; bei später vorgenommenen Eingriffen kam es wieder zur exspiratorischen Verlangsamung.

Bei drei theils chloralisirten, theils unvergifteten Thieren trat mehrmals beim Abheben des Nerven von der Halswunde beträchtliche mit inspiratorischen Stillständen verknüpfte Verlangsamung der Athmung ein (Taf. III, Fig. 7). Auch diese Wirkung wich aber bei zweien dieser Thiere bald dem gewöhnlichen Verhalten.

Bei einer grösseren Zahl von Thieren konnte beim Fallenlassen des Nerven auf die Halswunde nach einer kurz dauernden, meist nur auf einen Athemzug sich erstreckenden exspiratorischen, eine etwas länger anhaltende inspiratorische Veränderung der Athmung constatirt werden. Diese letztere trat gewöhnlich als mehr oder weniger beträchtliche Beschleunigung und Abflachung der Athmung bei Inspirationsstellung des Zwerchfelles (Taf. II, Fig. 3), dreimal aber als Verflachung und mit inspiratorischen Stillständen einhergehende Verlangsamung der Athmung auf (Taf. II, Fig. 1).

Bestimmte Bedingungen für den Eintritt derartiger abweichender Erscheinungen konnte ich nicht ermitteln. Ihr inconstantes Eintreten selbst bei einem und demselben Thiere lässt vermuthen, dass hiebei nicht etwa individuelle Differenzen, sondern begleitende Nebenumstände zu Grunde liegen.

Wie leicht solche letztere aber bei Kaninchen, die nicht tief narkotisirt sind, in's Spiel kommen, geht zur Genüge aus den zahlreichen Mittheilungen über Reflexe von sensiblen Nerven auf die Athmung hervor, welche in der letzten Zeit erfolgten. An dem Gesammtresultate der im ersten Capitel beschriebenen Versuche,

dass Schwankungen im Eigenstrome des Halsvagus bei bestehender Normalathmung exspiratorische Wirkungen hervorrufen, vermögen derartige abweichende Erscheinungen nichts zu ändern.

Anders gestaltet sich aber in vielen Fällen der Effect plötzlicher Herstellung oder Ausschaltung einer Nebenschliessung, wenn diese nicht bei Normalathmung des Versuchsthieres, sondern während des Bestandes einer durch einen früheren derartigen Eingriff hervorgerufenen exspiratorischen Verlangsamung der Athmung vorgenommen wird.

Oft kommt es wohl auch da zu einer exspiratorischen Wirkung, die sich in einer Steigerung jener Verlangsamung kundgibt; noch öfter aber beobachtet man hiebei bloss eine rasche Wiederherstellung der Normalathmung, der zuweilen eine kurz dauernde Beschleunigung der Respiration vorhergeht. Eine gesetzmässige Differenz in der Wirkung von Schwankungen im Eigenstrome des Halsvagus je nach dem verschiedenen Erregungszustande des Athemcentrums vermochte ich jedoch bis jetzt nicht zu constatiren. Insbesondere sind meine Versuche durch wechselndes Heben und Senken eines Vagus oder durch schnell auf einander folgende Einwirkung auf beide Halsvagi einen regelmässigen Wechsel zwischen dem Auftreten und Verschwinden von exspiratorischen Wirkungen zu erzielen, vergeblich gewesen.

Ferner habe ich zu erwähnen, dass ich bei Herstellung und Ausschaltung einer Nebenschliessung am Halsvagus sehr häufig neben der exspiratorischen Verlangsamung der Athmung, oft aber auch für sich allein Schluckbewegungen und die hiedurch bedingten Veränderungen der Athembewegung eintreten sah.[1]

An der Respirationscurve prägen sich diese Schluckbewegungen als kleinere den eigentlichen Athmungswellen an verschiedenen Stellen derselben aufgesetzte Wellen aus, die in beiden Schenkeln, insbesondere aber im inspiratorischen Schenkel sehr steil verlaufen. Es entstehen hiedurch Veränderungen der Respirationscurve, welche sehr an die Bilder bei Pulsarhythmie erinnern. Meist traten diese Schluckbewegungen vereinzelt auf;

---

[1] Dass es sich bei diesen letzteren um passive Zwerchfellbewegungen handelt, bedarf nach den bekannten Bidder'schen Untersuchungen keiner weiteren Auseinandersetzung.

aber selbst wenn mehrere derselben rasch aufeinander folgten, waren die einzelnen Schluckbewegungen in der Regel durch tiefere Athemzüge von einander geschieden.[1]

IV. Die Schwankungen im Eigenstrome des Halsvagus führen nie zu directer, öfter aber zu dyspnoischer Hemmung des Herzschlages.

Die mächtigen Wirkungen auf die Athmung, welche die Erregung des Halsvagus durch Schwankungen seines Eigenstromes hervorruft, mussten mich veranlassen, zu prüfen, ob nicht auf dieselbe Weise auch Hemmung des Herzschlages zu erzielen sei. Meine diesbezüglichen Versuche fielen jedoch negativ aus. So konnte ich beispielsweise die ausgesprochenste exspiratorische Verlangsamung der Athmung ohne jegliche Veränderung im Herzschlage constatiren, wenn ich nach Durchschneidung des einen Vagus an dem zweiten, in der Mitte des Halses unterbundenen Vagus eine Nebenschliessung herstellte oder ausschaltete.

Diese Beobachtung reiht sich den jüngst von Grützner theils neuerdings besprochenen, theils neu ermittelten Thatsachen hinsichtlich der Wirkungslosigkeit gewisser den centralen Vagusstumpf kräftig erregender Reize bei Application auf den peripheren Vagus an.[2]

Wurde durch Stromschwankung in einem Halsvagus eine hochgradige exspiratorische Wirkung erzielt, während die Leitung vom Hemmungscentrum in der Oblongata zum Herzen wenigstens in der Bahn des einen Vagus intact war, so kam es dagegen meist zu einer geringen Frequenzverminderung des Herzschlages. Da diese jedoch immer nur bei hochgradigen exspiratorischen Wirkungen und zwar erst im weiteren Verlaufe der Respirationsstörung, auf der Höhe einer allmälig sich entwickelnden Blutdrucksteigerung sich einstellte und gleichzeitig mit dieser bei Wiederherstellung der normalen Respiration ver-

---

[1] Dass beim Kaninchen im Halsvagus auch unterhalb der Abgangsstelle des n. laryng. sup. „Schluckfasern" verlaufen, ist durch die Untersuchungen von Steiner bekannt. (Verhandlungen des naturhistor. medicin. Ver. zu Heidelberg N. F. II. Bd., 4. Heft, p. 293.)

[2] l. c. p. 232 und 242.

schwand, so muss diese Verlangsamung des Herzschlages auf eine dyspnoische Erregung des Hemmungscentrums in der Oblongata bezogen werden.[1] (Taf. I, Fig. 1, Taf. II, Fig. 2.)

Schlussbemerkungen.

Der Umstand, dass Herstellung und Ausschaltung einer gut leitenden Nebenschliessung am Halsvagus so ausgesprochene exspiratorische Wirkungen hervorzurufen vermag, ist bei allen Versuchen am centralen Stumpfe dieses Nerven wohl zu beachten. Aber auch bei der Deutung der bei Leitungsunterbrechung in diesem Nerven zu Tage tretenden Erscheinungen muss diesem Umstande Rechnung getragen werden.

So habe ich häufig bei Durchschneidung eines freipräparirten Halsvagus in situ nach kurzer Zeit abklingende starke exspiratorische Wirkungen beobachtet, welche in ihrem ganzen Ablaufe die grösste Ähnlichkeit mit den bei Herstellung und Ausschaltung einer Nebenschliessung am Halsvagus eintretenden Erscheinungen darboten. (Taf. III, Fig. 1.)

Abschnüren des anhaltend und in unveränderter Weise über die Halswunde erhobenen Nerven dagegen ergab mir keine derartigen Wirkungen. Am häufigsten kam es unter diesen Bedingungen im unmittelbaren Anschlusse an das Abschnüren zu einer sehr vertieften und mehr oder weniger gedehnten Inspiration. (Taf. III, Fig. 3, 5, 8, 9.) Zuweilen traten inspiratorische Stillstände ein (Taf. III, Fig. 6), öfter aber markirte sich der Eingriff nur durch eine geringe Abflachung der Exspiration. Im Ganzen also waren die Reizwirkungen des Abschnürens inspiratorischer Natur.[2] Nach dem Abklingen dieser flüchtigen öfter nur auf einen Athemzug sich erstreckenden Reizwirkungen kam es in der Regel zu einer anhaltenden Vertiefung und Frequenzverminderung der Respiration, ohne Veränderung in dem wechselseitigen Verhalten

[1] Waren die nervösen Verbindungen des Herzens mit dem Hemmungscentrum in der Oblongata gänzlich unterbrochen, so trat bei hochgradigen exspiratorischen Wirkungen nur Blutdrucksteigerung und eventuell Unregelmässigkeit des Herzschlages ein (Taf. I, Fig. 2).

[2] Auch beim Durchschneiden des Halsvagus in situ erhielt ich oft kurzdauernde Wirkungen inspiratorischer Natur.

der beiden Athmungsphasen und ohne wesentliche Veränderung der mittleren Athemlage, da Inspiration und Exspiration in annähernd gleicher Weise an der Verzögerung und Vertiefung der Respiration betheiligt waren.

Wurden beide Halsvagi einige Zeit nacheinander durchschnitten, so war in der Regel die Vertiefung und Frequenzverminderung der Athmung bei Unterbrechung der Leitung im zweiten Nerven auffälliger. Doch war diese Erscheinung zuweilen schon beim Abschnüren des ersten Vagus sehr eclatant und erfuhr keine wesentliche Steigerung mehr nach der Leitungsunterbrechung im zweiten Vagus. Es spricht dies dafür, dass die respiratorischen Fasern, ebenso wie die Herzfasern beim Kaninchen zuweilen ungleichmässig in den beiden Vagis vertheilt sind.[1]

Kam es nun im weiteren Verlaufe des Versuches nicht zu Reizung der respiratorischen Fasern der Vagi oder zu Dyspnoë, so blieb nach der Leitungsunterbrechung in den Vagis die Respiration bis zum Schlusse des Versuches einfach vertieft und verlangsamt, ohne dass exspiratorische Pausen und ausgeprägte Zeichen einer activen Exspiration oder ein Vorwalten der Inspiration und eine tiefere Mittellage des Zwerchfelles zu constatiren waren.[2] Ruhig und gleichmässig und scheinbar als reine Zwerchfellsathmung vollzog sich die Respiration, und gerade in dem Stocken der Athembewegungen, an dem Eintreten von activen Exspirationen liess sich eine intercurrente Erregung des Vagus oder die Entwicklung von Dyspnoë an den Thieren constatiren.

Ich glaube daher, dass Kohts und Tiegel ganz im Rechte sind, wenn sie die nach Durchschneidung oder Abschnürung der Vagi auftretenden mehr weniger rasch vorübergehenden exspiratorischen Wirkungen auf eine Reizung dieser Nerven zurück-

---

[1] Vergl. Arloing et Tripier, Contribution à la physiologie des nerfs vagues. Arch. de physiol. norm. et patholog. 1871—1872, p. 732 ff.

[2] Meine Beobachtungen stimmen in Bezug auf die Vertiefung der Inspiration bei einfacher Leitungsunterbrechung in den Vagis vollständig mit jenen von Gad (Die Regulirung der normalen Athmung. Arch f. Physiol. v. Du Bois-Reymond 1880, p. 15) überein. Die von Gad angegebene dauernde Verrückung der mittleren Athemlage und ein dauerndes Vorwalten der Inspiration fand ich jedoch in meinen Beobachtungen nicht, was vielleicht in differenter Versuchsanordnung seinen Grund hat.

führen.[1] Doch kann ich jene Erscheinungen nach den Ergebnissen meiner Abschnürungsversuche nicht auf eine mechanische Reizung beziehen, sondern muss nach dem ganzen Ablaufe derselben eine Erregung des Halsvagus durch seinen eigenen Strom vermuthen.

Es bedarf wohl kaum des Hinweises darauf, dass das regelmässige Eintreten exspiratorischer Wirkungen bei Erregung des Halsvagus durch seinen eigenen Strom den Zweifeln daran, dass im Halsvagus unterhalb des Laryngeus superior exspiratorisch wirkende Nervenfasern verlaufen, vollends allen Boden entzieht. Und wen die chemischen Reizversuche Langendorff's und die Versuche Grützner's mit Verwendung des constanten Stromes in Bezug auf diesen Punkt etwa noch nicht vollständig überzeugt haben, der wird gewiss jeden Zweifel aufgeben, wenn er nur einmal die in dem ersten Capitel dieser Abhandlung mitgetheilten Versuche ausgeführt hat.

Wer lediglich sich an diese Versuche halten wollte, könnte sogar die Meinung hegen, dass es im Halsvagus nur exspiratorisch wirkende Fasern gibt. Ich werde aber in einer folgenden Abhandlung den genaueren Nachweis dafür führen, dass nicht nur, wie bekannt, durch unterbrochene Ströme von einer gewissen Stärke, sondern auch durch bestimmte mechanische Reize vom Halsvagus aus regelmässig inspiratorische Wirkungen zu erzielen sind.

Hervorzuheben habe ich noch, dass aus dem Verlaufe der abgebildeten Curven ersichtlich ist, dass die exspiratorischen Wirkungen bei Reizung des Halsvagus durch seinen eigenen Strom in der Regel nicht bloss als Hemmung der inspiratorischen Kräfte, sondern als mehr oder weniger stark ausgeprägte active Exspirationen auftreten, was übrigens auch am Versuchsthiere selbst an der eintretenden Flankenbewegung ersichtlich ist. Zuweilen verlaufen kurz dauernde exspiratorische Wirkungen allerdings ohne alle Zeichen gesteigerter Athemanstrengung; meistens aber treten schon bei dem ersten Athemstillstande

---

[1] Einfluss der Vagus-Durchschneidung auf Herzschlag und Athmung. Pflüger's Archiv. Bd. 13, p. 91.

die bis dahin wenigstens nicht sichtbar thätigen Flankenmuskeln in kräftige Action.[1]

Ich habe mich durch einige an Hunden vorgenommene Versuche davon überzeuzt, dass man auch bei diesen Thieren durch Herstellung und Ausschaltung einer Nebenschliessung am Halsvagus exspiratorische Wirkungen zu erzielen vermag.

Bei Hunden erhielt ich diese Wirkungen jedoch erst dann, wenn ich den Vagus so gut als möglich von dem im gleichen Nervenstamme verlaufenden Sympathicus abpräparirt hatte.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Curven stammen von Kaninchen her. Die nicht näher bezeichneten Curven geben die Athmung, die mit *Bd.* bezeichneten Curven den Blutdruck in der Carotis wieder. Die niedereren senkrechten Striche auf der Abscisse markiren Secunden, die höheren durch eine zweite Horizontale miteinander verbundenen Striche Eintritt und Dauer eines Eingriffes.

Tafel I.

Fig. 1. Nicht narkotisirtes Kaninchen. Blutdruck durch das Quecksilbermanometer, Athmung vom Mediastinum aus verzeichnet. Ein Vagus kurz vorher durchschnitten, der andere Vagus intact. Senken des durchschnittenen Vagus in die Halswunde.

„ 2. Nicht narkotisirtes Kaninchen. Blutdruck durch das Quecksilbermanometer, Athmung vom Mediastinum aus verzeichnet. Erheben beider durchschnittener Vagi aus der Halswunde mit folgendem Senken in dieselbe.

„ 3. Nicht narkotisirtes Kaninchen. Athmung vom Mediastinum aus verzeichnet. Eingriff wie bei Fig. 2.

„ 4. Keine Narkose. Verzeichnung vom Mediastinum aus. Freipräpariren des durchschnittenen Vagus. *a-b* Athmung vor, *c-d* während und *e f* nach der Präparation. Nur ein Vagus durchschnitten.

[1] Bekanntlich hat Gad auch für die durch Vagusreizung mit schwachen Inductionsströmen bedingten Athmungsstillstände den Nachweis geführt, dass sie häufig mit sehr gesteigerter Athemanstrengung einhergehen. Du Bois-Reymond, Arch. f. Physiol. 1881, p. 538 ff.

Taf. I.

Fig. 5.

a

b

Druck v. J. Wagner, Wien.

82.

Taf. II.

Fig. 2.

Fig. 4.

Fig. 6.

Fig. 8.

b

2.

Druck v. J. Wagner, Wien.

Taf. III.

Fig. 2.

Fig. 5.

Fig. 8.

Fig. 11.

Druck v. J. Wagner, Wien.

Fig. 5. 0, 2 Chloral intravenös. Verzeichnung vom Mediastinum aus. Bei *a* Senken eines Vagus in, bei *b* Heben desselben aus Blutserum. Beide Vagi durchschnitten.

Tafel II.

Fig. 1. 0,12 Chloral intravenös. Exspiration in einen geschlossenen Luftraum. Abheben eines durchschnittenen Halsvagus mit nachfolgendem Senken in die Halswunde. Beide Vagi durchschnitten.

„ 2. 0,15 Chloral intravenös. Exspiration in einen geschlossenen Luftraum. Blutdruck durch das Federmanometer verzeichnet. Der blutbefeuchtete, durchschnittene Vagus wird auf eine trockene Glasplatte gelagert. Nur ein Vagus durchschnitten.

„ 3. 0,15 Chloral intravenös. Exspiration in einen geschlossenen Luftraum. Successives Senken des durchschnittenen Vagus in die Halswunde. Bei *a* wird eine mehr central, bei *b* eine mehr peripher gelegene Nervenstrecke gesenkt. Nur ein Vagus durchschnitten.

„ 4. Keine Narkose. Verzeichnung vom Mediastinum aus. Auftropfen von 0,6 percentiger Kochsalzlösung auf den durchschnittenen, in einem Porzellangefässe liegenden Vagus. Nur ein Vagus durchschnitten.

„ 5. 0,12 Chloral intravenös. Exspiration in einen geschlossenen Luftraum. Berührung eines durchschnitten, auf einem Glimmerplättchen liegenden Vagus mit einem Stück Froschdarm. Beide Vagi durchschnitten.

„ 6. 0,15 Chloral. Verzeichnung vom Mediastinum aus. Erheben eines durschnittenen Vagus mit nachfolgendem Senken in die Halswunde. Beide Vagi durchschnitten.

„ 7. Keine Narkose. Verzeichnung vom Mediastinum aus. Bei *a* Senken eines blutbefeuchteten durchschnittenen Halsvagus in ein Porzellangefäss, bei *b* Auftropfen von 0,6 percentiger Kochsalzlösung auf den Nerven. Beide Vagi durchschnitten.

„ 8. 0,15 Chloral. Verzeichnung vom Mediastinum aus. Bei *a* Senken eines durchschnittenen Vagus auf die Carotis communis in der Halswunde des betreffenden Thieres, bei *b* Abheben von der Carotis. Nur ein Vagus durchschnitten.

Tafel III.

Fig. 1. 0,15 Chloral. Der zweite Vagus wird in situ durchschnitten, wobei es zu einer kleinen Blutung kommt. Verzeichnung vom Mediastinum aus.

„ 2. Keine Narkose. Verzeichnung vom Mediastinum aus. Auftropfen von 0,6 percentiger Kochsalzlösung auf einen durchschnittenen Vagus. Nur ein Vagus durchschnitten.

„ 3. 0,12 Chloral. Exspiration in einen geschlossenen Luftraum. Abschnüren des über die Halswunde erhobenen zweiten Vagus.

Fig. 4. Keine Narkose. Verzeichnung vom Mediastinum aus. Senken des durchschnittenen Vagus in die Halswunde. Nur ein Vagus durchschnitten

„ 5 Keine Narkose. Verzeichnung vom Mediastinum aus. Abschnüren des über die Halswunde erhobenen zweiten Vagus.

„ 6. 0,12 Chloral. Exspiration in einen geschlossenen Luftraum. Eingriff wie bei Fig. 5.

„ 7. 0,15 Chloral. Exspiration in einen geschlossenen Luftraum. Erheben eines durchschnittenen Vagus aus der Halswunde. Beide Vag. durchschnitten.

„ 8. 0,15 Chloral. Exspiration in einen geschlossenen Luftraum. Eingriff wie bei Fig. 5.

„ 9. 0,12 Chloral. Exspiration in einen geschlossenen Luftraum. Eingriff wie bei Fig. 5. Das rechts von dem senkrechten Strich liegende Curvenstück ist einige Minuten nach dem Eingriffe aufgenommen.

„ 10. 0,12 Chloral. Exspiration in einen geschlossenen Luftraum. Abschnüren des über die Halswunde erhobenen ersten Vagus.

„ 11. 0,12 Chloral. Verzeichnung vom Mediastinum aus. Eingriff wie bei Fig. 10.

IX. SITZUNG VOM 30. MÄRZ 1882.

Herr Dr. L. J. Fitzinger führt als Alterspräsident den Vorsitz.

Das c. M. Herr Dr. Joachim Barrande in Prag übermittelt einen weiteren Band (Vol. VI, Text und 361 Tafeln) seines mit Unterstützung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften herausgegebenen grossen Werkes: „Système silurien du centre de la Bohême", welcher die Acephalen enthält, und zugleich den im Auszuge erschienenen VI. Band dieses Werkes.

Herr Ingenieur Martin Kovatsch, Professor an der k. k. technischen Hochschule in Brünn, übermittelt ein Exemplar des von ihm herausgegebenen Werkes, unter dem Titel: „Die Versandung von Venedig und ihre Ursachen."

Der Secretär legt ein Dankschreiben von Herrn Dr. J. Puluj für die ihm zur Fortsetzung seiner Versuche über die elektrischen Entladungen in verdünnten Gasen von der Akademie gewährte Subvention vor.

Das w. M. Herr Prof. L. v. Barth übersendet folgende Abhandlungen:

1. „Analyse eines vegetabilischen Fettes", von Herrn Friedrich Reinitzer, Assistent am chemischen Laboratorium der deutschen technischen Hochschule zu Prag.
2. „Studien über das Verhalten der Acetate des Chroms, Eisens und Aluminiums", von Herrn B. Reinitzer, Privatdocent für Chemie an derselben Hochschule.

Das c. M. Herr Prof. E. Ludwig übersendet zwei Arbeiten aus seinem Laboratorium von Herrn Dr. Hans Jahn:

1. „Über die Dampfdichte des Brom."
2. „Zur Kenntniss der Aminbasen secundärer Alkohole."

Herr Professor Dr. Eduard Tangl an der Universität in Czernowitz übersendet eine Abhandlung: „Über die Theilung der Kerne in Spirogyra-Zellen."

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Die Construction der algebraischen Curven und Flächen mittelst reciproker linearer Systeme höherer Stufe", vorläufige Mittheilung von Herrn Prof. Dr. G. v. Escherich an der Universität in Czernowitz.
2. „Strahlende Elektrodenmaterie." IV. Abhandlung, von Herrn Dr. J. Puluj, Privatdocent und Assistent des physikalischen Cabinetes der Wiener Universität.
3. „Über die auf Flächen zweiten Grades liegenden gleichseitigen Hyperbeln", von Herrn Otto Rupp, Privatdocent an der technischen Hochschule in Brünn.

Ferner legt der Secretär eine von Herrn J. A. Kuczera in Göding behufs Wahrung der Priorität eingesendete versiegelte Abhandlung nebst Zeichnung unter der Aufschrift: „Centrifugalpendel-Kraftmotor" vor.

Das w. M. Herr Hofrath F. v. Hochstetter überreicht eine von Herrn Dr. Fritz Berwerth in Wien ausgeführte Arbeit: „Über die chemische Zusammensetzung der Amphibole."

Das w. M. Herr Director Dr. Steindachner überreicht eine für die Sitzungsberichte bestimmte Abhandlung über einige neue und seltene Batrachier des Wiener Museums.

Das w. M. Herr Hofrath G. Tschermak spricht über die Beschaffenheit der bei Mocs in Siebenbürgen gefallenen Meteoriten.

Das w. M. Herr Director E. Weiss berichtet über den neuen Kometen, dessen Entdeckung durch Herrn Wells in Boston in der Nacht vom 18. auf den 19. März der hiesigen Sternwarte am 21. März gemeldet wurde.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie de Médecine: Bulletin. 2e série 46e année, Tome XI. Nos. 10—12. Paris, 1882; 8°.

Accademia R. dei Lincei: Atti. Anno CCLXXIX 1881—1882. Serie terza. Transunti. Vol. VI. Fascicoli 7° et 8°. Roma, 1882; 4°.

Akademie, kaiserliche Leopoldino-Carolinisch deutsche der Naturforscher: Leopoldina. Heft XVIII. Nr. 3—4. Halle a. S. 1882; 4°.

Annales des Ponts et Chaussées: Mémoires et Documents. 1882. Janvier. 6e série, 2e année 1er cahier. Paris; 8°. — Personnel. Paris, 1882; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift nebst Anzeigen-Blatt. XX. Jahrgang Nr. 9. Wien, 1882; 8°.

Archiv für Mathematik und Physik. LXVII. Theil. 4. Heft. Leipzig, 1882; 8°.

Bibliothéque universelle: Archives des sciences physiques et naturelles. 3e période, Tome VII. Nr. 2. Fevrier 1882. Genève, Lausanne, Paris, 1882; 8°.

Budapest, Universität: Akademische Schriften pro 1880—1881; 5 Stücke 8°.

Bureau, k. statistisch-topographisches: Württembergische Jahrbücher für Statistik und Landeskunde. Jahrgang 1881. I. Band, 1. u. 2. Hälfte, II. Band 1. u. 2. Hälfte. Stuttgart, 1881; 8°.

Central-Commission, k. k. zur Erforschung und Erhaltung der Kunst- und historischen Denkmale: Mittheilungen N. F. VIII. Band, 1. Heft, Wien, 1882; 4°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang VI. Nr. 12 u. 13. Cöthen, 1882; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome XCIV, Nos. 10 et 11. Paris, 1882; 4°.

Elektrotechnischer Verein: Elektrotechnische Zeitschrift. III. Jahrgang 1882. Heft III. März. Berlin; 4°.

Gesellschaft, deutsche chemische: Berichte. XV. Jahrgang. Nr. 4, Berlin, 1882; 8°.

— k. k. mähr.-schles., zur Beförderung des Ackerbaues, der Natur- und Landeskunde: Schriften der historisch-statistischen Section. XXV. Band. Brünn 1881; 8°.

Gewerbe-Verein, niederösterr.: Wochenschrift. XLIII. Jahrgang Nr. 9—12. Wien, 1882; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. VII. Jahrgang. Nr. 9—12. Wien, 1882; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österreichischer: Zeitschrift. XXXIV. Jahrgang. 1882. I. Heft. Wien, 1882; gr. 4°.

Journal, the American of Science, 3. series. Vol. XXIII (whole number, CXXIII) Nr. 135. New Haven, 1882; 8°.

Kalischer, S.: Photophon ohne Batterie. Berlin, 1881; 8°. — Über den Einfluss der Wärme auf die Molecularstructur des Zinks. Berlin, 1881; 8°.

Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt von Dr. A. Petermann. XXVIII. Band, 1882. III. Gotha; 4°.

Museum, the American of Natural History; Bulletin Nr. 1 New-York, 1881; 8°.

Nature, Vol. XXV. Nos. 646 et 647. London, 1882; 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Nr. 4. Wien, 1882; 8°.

Società degli Spettroscopisti italiani: Memorie. Vol. XI. Dispensa 1ª. Roma, 1882; 4°.

Société mathématique de France: Bulletin. Tome X. Nr. 1. Paris, 1882; 8°.

Society, the Royal astronomical: Monthly notices. Vol. XLII. Nr. 4. London, 1882; 8°.

— the Royal geographical: Proceedings and Monthly Record of Geography. Vol. IV. Nr. 3. March 1882. London; 8°.

Tübingen, Universität: Akademische Schriften pro 1880—1881. 19 Stücke 4° u. 8°.

Tromsø Museum: Aarshefter IV. Tromsø, 1881; 8°. — Aarsberetning for 1880. Tromsø; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXII. Jahrgang Nr. 11 u. 12. Wien, 1882; 4°.

Zeitschrift für Instrumentenkunde: Organ. II. Jahrgang 1882. III. Heft. März. Berlin; 4°.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXXV. Band. IV. Heft.

DRITTE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie, und theoretischen Medicin.

X. SITZUNG VOM 20. APRIL 1882.

Herr Dr. L. J. Fitzinger führt als Alterspräsident den Vorsitz.

Die Direction des k. k. Staatsgymnasiums II. Prag-Neustadt dankt für die dieser Lehranstalt bewilligten akademischen Publicationen.

Die Direction der k. k. Familien-Fideicommiss-Bibliothek übermittelt die Fortsetzung des als Manuskript gedruckten Kataloges der genannten Bibliothek. (Abtheilung I, Band III.)

Die Direction des k. k. militär-geographischen Institutes übermittelt den I. Band der von diesem Institute im Auftrage des k. und k. Reichs-Kriegs-Ministeriums vom Jahre 1881 an herausgegebenen „Mittheilungen".

Das w. M. Herr Hofrath A. Winckler übersendet eine Abhandlung des Herrn Dr. F. Hočevar in Innsbruck betitelt: „Zur Integration der Jacobi'schen Differentialgleichung

$$Ldx + Mdy + N(xdy - ydx) = 0."$$

Das c. M. Herr Prof. E. Weyr in Wien übersendet eine Abhandlung: „Über gemeinschaftliche Bisekanten algebraischer Raumcurven."

Ferner übersendet Herr Prof. Weyr eine Abhandlung des Herrn Prof. Dr. C. Le Paige an der Universität in Lüttich: „Über conjugirte Involutionen."

Das c. M. Herr Prof. Friedr. Brauer in Wien übersendet eine Arbeit: „Über das *Ségment médiaire* Latreille's."

Das c. M. Herr Prof. R. Maly in Graz übersendet eine Untersuchung: „Über das Basen-Säureverhältniss im Blutserum und andern thierischen Flüssigkeiten. Ein Beitrag zur Lehre von der Secretbildung."

Herr Prof. Maly übersendet ferner eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit von Herrn Friedr. Emich: „Über das Verhalten der Rindsgalle zu der Hüfner'schen Reaction und über einige Eigenschaften der Glycocholsäure."

Das c. M. Herr Prof. E. Ludwig übersendet eine Mittheilung des Herrn Dr. Julius Mauthner in Wien: „Über das optische Drehungsvermögen des Tyrosins und Cystins."

Das c. M. Herr Director C. Hornstein übersendet eine Abhandlung des Herrn Dr. G. Bečka, Assistenten der Prager Sternwarte: „Über die Bahn des Planeten Ino (173)."

Der Secretär legt noch folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Criterium für relative Maxima und Minima", von Herrn A. Sýkora, Realschullehrer in Rakonitz (Böhmen).
2. „Die Normalform der allgemeinen Kegelschnittsgleichung", von Herrn A. Breuer, Supplent an der Staatsrealschule in Trautenau.

Das w. M. Herr Prof. E. Suess überreicht eine Abhandlung von Herrn Prof. Dr. F. Bassani in Padua, betitelt: „Descrizione dei Pesci fossili di Lesina."

Das w. M. Herr Director Dr. Franz Steindachner überreicht eine Abhandlung von Herrn Dr. J. V. Rohon in Wien: „Über den Ursprung des Nervus acusticus bei Petromyzonten."

Das c. M. Herr Professor Sigmund Exner überreicht eine Untersuchung von Herrn Dr. Paulsen aus Kiel, die den Titel trägt: „Experimentelle Untersuchungen über die Strömung der Luft in der Nasenhöhle."

Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. Adolf Weiss aus Prag überreicht als zehnten Beitrag seiner Mittheilungen aus dem k. k. pflanzen-physiologischen Institute der dortigen Universität eine Abhandlung unter dem Titel: „Beiträge zur Kenntniss der absoluten Festigkeit von Pflanzengeweben."

Herr Prof. Dr. Oskar Simony überreicht den ersten Theil einer Abhandlung, betitelt: „Über eine Reihe neuer mathematischer Erfahrungssätze."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie des Sciences et Lettres de Montpellier. Mémoires de la section des Sciences. Tome X 1[er] Fascicule. Année 1880. Montpellier, 1881; 4⁰.

— royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. 51[e] année, 3[e] série, tome 3. Nrs. 1 & 2. Bruxelles, 1882; 8⁰.

— royale des sciences: Öfversigt af Förhandlingar. 38[de] Årg N: ris 8—10. Stockholm. 1882; 8⁰.

Akademie, kaiserliche Leopoldino-Carolinisch deutsche der Naturforscher: Leopoldina, Heft XVIII, Nr. 5—6. März 1882. Halle a. S.; 4⁰.

Annales des ponts et chaussées: Mémoires et Documents. 1882 Fevrier. 6[e] série, 2[e] année, 2[e] cahier. Paris, 8⁰.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift nebst Anzeigen-Blatt. XX. Jahrgang. Nr. 10 & 11. Wien, 1882; 8⁰.

Astor Library: Thirty-third Annual report of the Trustees for the year 1881. Albany, 1882; 8⁰.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang VI. Nr. 14, 16 & 17. Cöthen, 1882; 4⁰.

Comptes rendus des Séances de l'Académie des sciences. Tome XCIV. Nrs. 12—14. Paris, 1882; 4⁰.

Deputazione, R. sugli studi di storia patria: Statuti della Università e studio fiorentino dell'anno 1387 seguiti da un' appendice di documenti dal 1320 al 1472 publicati da Alessandro Gherardi. Volume unico. In Firenze 1881; gr. 4⁰.

Faculté des Lettres de Bordeaux: Annales. IV[e] année Nr. 1. Janvier—Février 1882. Bordeaux, Londres, Berlin, Paris, Toulouse; 8⁰.

Gesellschaft, Deutsche chemische: Berichte. XIV. Jahrgang Nr. 20. Berlin, 1881; 8⁰. — XV. Jahrgang Nr. 5. Berlin, 1882; 8⁰.

— gelehrte Estnische zu Dorpat: Verhandlungen. X. Band, 4. Heft. Dorpat, 1881; 8⁰.

— — : Sitzungsberichte 1881: Dorpat, 1882; 8⁰.

— k. k. geographische in Wien: Mittheilungen. Band XXV (N. F. XV.) Nr. 2 u. 3. Wien, 1882; 8⁰.

Gesellschaft, österreichische für Meteorologie: Zeitschrift. XVII. Band. April-Heft 1882. Wien; 8°.

— österreichische zur Förderung der chemischen Industrie: Berichte. IV. Jahrgang 1882. Nr. 1. Prag; 4°.

— physikalisch-medicinische zu Würzburg: Sitzungsberichte. Jahrgang 1881. Würzburg, 1881; 8°.

— — : Verhandlungen. N. F. XVI. Band. Würzburg, 1881; 8°.

— k. k. zoologisch-botanische in Wien: Verhandlungen. Jahrgang 1881. XXXI. Band. Wien, 1882; 8°.

Gewerbe-Verein, niederösterr.: Wochenschrift. XLIII. Jahrg. Nr. 13—15. Wien, 1882; 4°.

Ingenieur- und Architekten - Verein, österr.: Wochenschrift. VII. Jahrgang, Nr. 13—15. Wien, 1882; 4°.

Johns Hopkins University: American Journal of Mathematics. Vol. IV. Number 2. Baltimore, 1881; 4°.

Journal de l'École polytechnique. 49ᵉ cahier. Tome XXX. Paris, 1881; 4°.

Militär-Comité, k. k. technisches und administratives: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens. Jahrgang 1882. 2. und 3. Heft. Wien, 1882; 8°.

Moniteur scientifique du Docteur Quesneville: Journal mensuel. 26ᵉ année 3ᵉ série, Tome XII, 484ᵉ livraison — Avril 1882. Paris; 8°.

Musée d'Histoire naturelle de Caen: Annuaire, 1ᵉʳ Volume. Année 1880. Caen, Paris; 8°.

Nature. Vol. XXV, Nrs. 648—650. London, 1882; 8°.

Purves, J. — C. Dr.: Sur la Délimitation et la Constitution de l'Étage houiller inférieur de la Belgique. Bruxelles, 1881; 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Nr. 5&6 — 1882. Wien; 8°.

Repertorium für Experimental-Physik, für physikalische Technik etc. von Dr. Ph. Carl. XVIII. Band, 4. Heft. München und Leipzig, 1882; 8°.

Société des Sciences de Nancy: Bulletin. Série II. Tome V. Fascicule XII. 13ᵉ année 1880. Paris, 1881; 8°.

— entomologique de France: Annales. 5ᵉ série. Tome X. 1880. 1ᵉʳ—4ᶜ trimestre. Paris, 1880; 8°.

Societé géologique de France: Bulletin: 3e série, Tome VIII. — 1880, Nrs. 3—6. Paris, 1879 a 1880; 8°. To me IX. — 1881. Nrs. 4—6. Paris, 1880—81; 8°.

— Linnéenne de Bordeaux: Actes. Vol. XXXIV. 4e série: Tome IV. Bordeaux, 1880; 8°.

— Linnéenne de Lyon: Annales. Année 1879 & 1880. Tomes XXVI et XXVII. Lyon, Paris, 1879—80; 8°.

— Linnéenne de Normandie: Bulletin. 3e série, 4e volume. Année 1879—80. Caen, Paris, 1880; 8°.

— zoologique de France: Bulletin pour l'année 1881. 6e Année, 1re—4e parties. Paris, 1881; 8°. — De la Nomenclature des Etres organisés. Paris, 1881, 8°.

Society, the royal géographical: Proceedings and Monthly Report of Geography. Vol. IV. Nr. 4. April 1882. London; 8°.

Verein, militär-wissenschaftlicher in Wien: Organ. XXIV. Band, 2. & 3. Heft, 1882. Wien; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXII. Jahrgang. Nr. 13 bis 15. Wien, 1882; 4°.

Wissenschaftlicher Club in Wien: Monatsblätter. III. Jahrgang Nr. 6 und Ausserordentliche Beilage Nr. III & IV. Wien, 1882; 8°.

Über das Basensäureverhältniss im Blutserum und andern thierischen Flüssigkeiten.

Ein Beitrag zur Lehre von der Secretbildung.

Von dem c. M. **Richard Maly** in Graz.

In meiner Abhandlung: „Untersuchungen über die Mittel zur Säurebildung im Organismus und über einige Verhältnisse des Blutserums“ [1] habe ich die chemischen Processe bezeichnet, auf welche wahrscheinlich die Bildung des sauren Harns und des sauren Magensaftes aus dem Materiale des für sich alkalisch reagirenden Blutes zurückzuführen ist, und eine Reihe von Versuchen beschrieben, bei welchen durch die Aufeinanderwirkung von, im Blute vorfindlichen, neutral oder alkalisch reagirenden Substanzen, auch ausserhalb des Organismus sauer reagirende Flüssigkeiten erhalten werden können.

Ich habe ferner in dieser Arbeit das Blut selbst als eine zwar auf Lakmus alkalisch reagirende, aber theoretisch saure Flüssigkeit bezeichnet und folgende Überlegungen damals dafür vorgebracht.

1. Das Blut enthält trotz der alkalischen Reaction sauer reagirende Salze; am verständlichsten ist das Vorkommen von saurem Monophosphat NaH_2PO_4, denn dieses bildet sich, wenn eine Lösung von Dinatriumphosphat mit Kohlensäure zusammenkommt.

2. Die im Blute vorhandenen alkalisch reagirenden Substanzen, das Dinatriumphosphat und das Natriumbicarbonat, sind theoretisch saure Salze, denn sie enthalten noch je ein

---

[1] Sitzungsber. der kais. Akad. der Wissenschaften, Wien 1877.

intactes Hydroxyl, das noch einer Substitution durch Metall fähig ist, also noch Säurewirkungen auszuüben vermag.

3. Im Blute wachsen fortwährend durch die Oxydationsprocesse Säuren zu, sowohl organische als anorganische, obenan Kohlensäure, dann Schwefelsäure, Phosphorsäure und die intermediären Säuren, Hippursäure, Harnsäure etc.

4. Die gegenseitige Vertheilung von Säuren und Basen im Blute ist wie in jeder anderen Flüssigkeit, die von beiden Gruppen mehrere Repräsentanten enthält, höchst complicirt, und soferne nur eine Säure nachweisbar im freien Zustande vorhanden ist (Kohlensäure), so müssen sich neben den mannigfaltigsten neutralen wenigstens in kleinen Mengen, auch, zahlreiche saure Körper vorfinden, gleichzeitig und nebeneinander. Alkalische Substanzen befinden sich im Blute nur im empirischen Sinne in Bezug auf die Farbänderungen der Pigmente, theoretisch alkalische Substanzen sind darin nicht enthalten und können darin nicht enthalten sein.

5. Endlich habe ich gezeigt, dass die Säuren und die sauren Salze ein grösseres Diffusionsvermögen als die neutralen Substanzen besitzen, und behauptet, dass desshalb aus einem Gemisch von Salzen und Säuren, wie dies beim Blute der Fall ist, vorwiegend und leichter die sauren Moleküle werden abdiffundiren müssen, und dass um so grösser der Unterschied im durchgegangenen Theile zu der Mutterflüssigkeit sein wird, je vollkommener die Diffusionseinrichtung gestaltet ist.

Diese Sätze zusammen enthalten eine Theorie der Secretion, d. h. eine Erklärung über die Möglichkeit der Bildung sauer reagirender Drüsensäfte aus dem Blute durch den Vorgang der Diffusion.

Seit den fünf Jahren, als die nähere Ausführung meiner Theorie bekannt geworden ist, hat dieselbe häufig eine anerkennende Aufnahme gefunden; dass dies aber nicht ausnahmslos der Fall war, will ich gerne der Einsicht zu Gute halten, mit der man mir den naheliegenden Einwand machen kann, dass die Theorie einseitig sei, dass sie ausschliesslich eine Erklärung für die Bildung saurer Secrete, nicht auch für die alkalisch reagirenden enthalte. Hierin hat man mit Recht einen Widerspruch gesehen,

der entweder aufgeklärt werden muss, oder der die Theorie hinfällig macht, wenn sich eine einheitliche Deutung nicht finden lässt.

Ich will hier an eines der massgebendsten Werke anknüpfen, an die Bearbeitung der Lehre von den Absonderungsvorgängen durch R. Heidenhain im 5. Bande von Hermann's Handbuch der Physiologie.

Nachdem daselbst gelegentlich der Besprechung der Magensäurebildung die Angaben und Versuche über die Zersetzung der Chloride zusammengestellt worden sind, fährt Heidenhain, pag. 161 und 162, in folgender Weise — ich erlaube mir den Wortlaut hier anzuführen — fort:

„An Stelle dieser, dem Stande unserer bisherigen Kenntnisse angepassten Auffassung der Entstehung freier Salzsäure im Magensafte hat Maly neuerdings eine andere Vorstellung zu setzen versucht, nach welcher es sich bei dem Auftreten der Salzsäure in dem Secrete nicht sowohl um Entstehung derselben durch den Act der Absonderung, als um Ausscheidung bereits präformirter Salzsäure aus dem Blute durch Diffusion handeln soll. Maly weist in sehr interessanter Weise nach, dass in dem Blute Bedingungen gegeben sind, um kleine Mengen Salzsäure aus den Chloriden desselben frei zu machen."

„So verlockend diese Darstellung, weil sie an Stelle hypothetischer Vorgänge klare physikalische Begriffe zu setzen trachtet, so stösst ihre Durchführung auf zahlreiche Schwierigkeiten, die ebenfalls nur durch Hypothesen zu lösen sind; es ist unter Anderem kein Grund abzusehen, wesshalb nicht alle Secrete sauer reagiren sollten, wenn es sich nur um das Abdiffundiren im Blute präformirter Salzsäure durch die Drüsenmembran handelte. Desshalb habe ich es vorläufig nicht für zweckmässig gehalten, sie in den Vordergrund zu stellen."

Indem ich meine, dass das vorwiegendste Bedenken, aber auch das einzige von principieller Bedeutung bei Heidenhain ausgesprochen worden ist, werde ich dazu übergehen, zu zeigen, dass dasselbe nicht besteht, und dass keine Hypothese nöthig ist, meine Anschauungen gegenüber der gemachten und sehr nahe liegenden Einwendung aufrecht zu halten.

Durch das Nachfolgende wird vielmehr der Nachweis geliefert werden:

I. Dass sich nicht blos durch Uberlegungen, sondern auch durch das Experiment ein Überschuss von freien Säuren gegenüber den Basen im Blute nachweisen lässt, d. h. dass das Blut eine saure Flüssigkeit ist;

II. dass ebenso nicht blos in den sogenannten sauren Secreten, sondern auch in den sogenannten alkalischen Secreten ein Überschuss von Säuren gegenüber den Basen enthalten ist, dass es mit andern Worten überhaupt nur saure und keine eigentlich alkalischen Secrete gibt.

I.

Die Titration des Blutes mit Säuren (Oxalsäure, Weinsäure, Schwefelsäure etc.) bis zu einem, Lakmus nicht mehr ändernden Zustande, ist, ganz abgesehen davon, dass sich dergleichen nicht annähernd scharf ausführen lässt, eine auf unrichtigen Voraussetzungen beruhende Bestimmung. Eine acidimetrische oder alkalimetrische Titration hat den Zweck, das Quantum Säure oder Alkali in Form der Titerlösungen zu ermitteln, welches der vorliegenden aber unbekannten Menge Basis oder Säure äquivalent ist. Titrirt man Blut mit Säure, so zersetzt man dabei das darin enthaltene doppeltkohlensaure Natron, und bemüht sich, den lakmusneutralen Punkt zu finden, der dann eintreten muss, wenn aus dem Bicarbonat Kochsalz oder schwefelsaures Natrium entstanden ist:

$$NaHCO_3 + HCl = NaCl + H_2O + CO_2$$

1 Äq. Säure 2 Äq. Säure

oder:

$$2NaHCO_3 + SO_4H_2 = Na_2SO_4 + 2H_2O + 2CO_2$$

2 Äq. Säure 4 Äq. Säure.

Indem man aber so verfährt, treibt man auf 1 Äquivalent in Action getretene Säure 2 Äquivalente

Kohlensäure aus, während man bei der darauf folgenden Rechnung nur von 1 Äquivalent verbrauchter Säure spricht, die weggejagten 2 Äquivalente Kohlensäure aber, die doch auch zum Säurebestand des Blutes gehören, ignorirt.

Die Titration des Blutes mit Säuren gibt also nicht blos ein quantitativ, sondern auch ein principiell falsches Resultat; denn es ist einleuchtend, dass, wenn man den Alkali- + Säurebestand einer Flüssigkeit bestimmen will, man weder von der Säure, noch dem Alkali etwas verloren gehen lassen darf. Berücksichtiget man aber (wenn man zunächst nur das Natriumbicarbonat allein im Blute ins Auge fasst), dass auf 1 Äquivalent zugesetzter Säure, 2 Äquivalente vorhandener Säure weggehen, so ist klar, dass der Verbrauch von Säure zur Neutralisation des Blutes ein scheinbarer ist und dass eigentlich so viele Äquivalente Basis zur Neutralisation des Blutes nothwendig sind, als Äquivalente Säure verbraucht worden sind.

Wenn wir über den Bestand von Säuren und Basen im Blute durch Titration etwas Richtiges erfahren wollen, so darf:

1. Nichts bei der Titration verloren gehen;

2. müssen jene Salze, welche im neutralen Zustande eine abnorme Pigmentreaction zeigen, eliminirt werden. Abnorm auf Pigmente reagirende Salze sind ausser den Carbonaten noch die Phosphate der Alkalien.

Den Anforderungen an ein solches Titrationsverfahren werde ich im Folgenden gerecht werden, und die Resultate mittheilen, die damit erhalten worden sind. Ich brauchte das Verfahren für Blut oder Blutserum übrigens gar nicht erst zu erfinden, ich konnte direct nach jener Titrirmethode greifen, die ich behufs „alkalimetrischer Bestimmung der Phosphorsäure und der alkalischen Phosphate“ vor einigen Jahren zusammen mit Herrn Hinteregger ausgearbeitet und ausführlich[1] beschrieben habe.

Das Princip, welches damals angewandt wurde, um die, eine acidimetrische Bestimmung nicht zulassenden phosphorsauren Alkalien aus der Lösung wegzuschaffen, indem man sie in

---

[1] Fresenius, Zeitsch. analyt. Chem. XV, Heft 4.

unlösliche Verbindungen überführte, ist auch beim Blute zu gebrauchen, wobei es sich darum handelt, ausser den Phosphaten auch die in viel grösserer Menge vorhandenen Alkalicarbonate zu entfernen.

Um dies zu erreichen, hat man nur nöthig, zum Blut oder Serum zunächst verdünnte Lauge von bekanntem Gehalte in so grosser Menge hinzuzufügen, dass sie ausreichend ist, alle Phosphorsäure in neutrale Phosphate M_3PO_4 und alle Kohlensäure in neutrales Carbonat Na_2CO_3 überzuführen. Die so gebildeten Phosphate und Carbonate können aus der Lösung durch (das theoretisch und gegen Pigmente neutrale) Chlorbaryum ausgefällt werden. Das Barytsalz ist desshalb dazu am besten geeignet, weil Baryum keine basischen Salze gibt. Man hat jetzt nur mehr nöthig, zu filtriren und das Filtrat mit Säure zurückzutitriren, was scharf gelingt, weil Phosphorsäure und Kohlensäure entfernt und die vorher an sie gebunden gewesenen Basen jetzt als Chloride in Lösung sind.

Würde das Blut eine wirklich neutrale Flüssigkeit sein, so müsste man jetzt beim Zurücktitriren so viele Säure verbrauchen, als der vorher zugesetzten Lauge äquivalent ist, also z. B. 10 CC. Normalsäure, wenn man früher 10 CC. Normalalkali hinzugefügt hatte;

gebraucht man mehr Säure, als man früher Alkali zugesetzt hat, so würde dies ein Vorherrschen von Alkali in der Flüssigkeit bedeuten;

gebraucht man endlich weniger Säure, als man früher Alkali zugesetzt hat, so wird dies ein Vorherrschen von Säure in der ursprünglichen Flüssigkeit anzeigen.

Führt man nun, wie ich gethan, dieses Verfahren an irgend einer Blutserumprobe aus, so gebraucht man immer weniger Säure, als vorher Alkali hinzugefügt worden ist, was bedeutet, dass im Basensäurebestand des Blutserums die sauren Moleküle vorherrschen, d. h. dass das Blut oder das Serum eine saure Flüssigkeit ist.

Über die nähere Ausführung ist bei der Einfachheit der ganzen Manipulation nicht mehr viel zu sagen; ich habe bei den folgenden Versuchen frisches Blutserum vom Rind und vom Menschen verwendet. Es wurde in kubicirten Kölbchen ein

bestimmtes Volumen davon abgemessen, in ein zweites gleichfalls kubicirtes, aber grösseres Kölbchen gegossen, mit Wasser nachgespült, ein bestimmtes Volumen der Lauge von bekanntem Gehalte zufliessen gelassen, gemischt, mit Chlorbaryumlösung von beliebigem Gehalte versetzt und endlich mit Wasser bis zur Marke vollgefüllt. Nach mehrstündigem Stehen im kalten Raume wurde durch trockene Filter filtrirt, und ein aliquoter Theil des Filtrates zur Titration verwendet.

Waren z. B. 250 CC. Serum und 50 CC. Lauge, mit beliebig Chlorbaryumlösung und Wasser auf 500 CC. gebracht worden, so entsprachen 100 CC. des Filtrates einerseits 50 CC. frischen Serums, anderseits 10 CC. Lauge. Was weniger als 10 CC. Säure beim Rücktitriren verbraucht wurde, bedeutete das Äquivalent der in 50 CC. Serum vorhandenen freien Säuren, inclusive Kohlensäure.

Meine Säure und Lauge stimmten haarscharf zusammen, es entsprach:

1 CC. Lauge = 8·43 Mgr. Na_2O = 10·88 Mgr. NaOH,
1 CC. Säure = 9·92 Mgr. HCl.

Sie waren daher etwas stärker als $^1/_4$ Normallösungen.

Versuche mit Rindsblutserum.

Versuch 1. 100 CC. Serum wurden mit 30 CC. Lauge versetzt und mit $BaCl_2$ und Wasser auf 250 CC. gebracht. Steht etwa 15 Stunden lang bei 0° C. Der weisse Baryumsalzniederschlag wird abfiltrirt, was gut gelingt. Filtrat gelb, fast klar, nur etwas opalisirend.

a) 50 CC. davon werden mit der Säure unter Anwendung von Lakmuspapier bis zur Neutralfarbe zurücktitrirt. Verbraucht 3·8 bis 4·0 CC. Nach Zusatz von 4·1 CC. wird blaues Papier schon nach Roth hin tingirt. Da die 50 CC. Filtrat 20 CC. Serum entsprechen, und 6 CC. Lauge enthalten, so sind statt 6 CC. verbraucht worden 6·0—3·9 CC., d. h. um 2·1 CC. weniger. Die 20 CC. Serum binden also 2·1 CC. meiner Lauge = 21·76 Mgr. NaOH.

b) 100 CC. des Filtrates werden mit Phenolphtaleïn roth gefärbt und mit Säure bis zur gelben Serumfarbe titrirt. Verbraucht 6·5 CC. Säure. Da in den 100 CC. 40 CC. Serum und

12 CC. Lauge enthalten sind, so sind um 12 — 6·5 = 5·5 CC. Säure weniger verbraucht worden. Die 40 CC. Serum binden also 5·5 CC. der Lauge = 59·8 Mgr. NaOH.

Versuch 2. 250 CC. eines anderen Rinderblutserums werden mit 50 CC. Lauge versetzt, mit $BaCl_2$-Lösung und Wasser auf 500 CC. gebracht. Filtration nach 15stündigem Stehen in der Kälte. Filtrat opalisirend. Davon werden Proben von je 100 CC. genommen, welche 50 CC. Serum und 10 CC. zugesetzter Lauge entsprechen.

a) 100 CC. mit Säure unter Anwendung mit Lakmuspapier titrirt; verbraucht 6 CC. Also binden 50 CC. Serum noch 10—6 = 4 CC. Lauge = 43·5 Mgr. NaOH.

b) 100 CC. werden mit Phenolphtaleïn titrirt; verbraucht 4·4 CC. Säure. Daher neutralisiren 50 CC. Serum 10—4·4 = 5·5 CC. Lauge = 59·8 Mgr. NaOH.

Versuch 3. Hiezu diente wieder ein anderes Serum; das Gemisch wurde in demselben Verhältnisse wie bei Versuch 2 bereitet, enthielt also in 500 CC. 250 CC. Serum und 50 CC. Lauge.

a) 100 CC. mit Säure unter Anwendung von Liebreich'-schen Gypstafeln titrirt, verbrauchten 6·8 CC. Säure statt 10 CC. Die 50 CC. Serum binden also noch 10—6·8 = 3·2 CC. Lauge = 34·8 Mgr. NaOH.

b) 100 CC. mit Phenolphtaleïn zurücktitrirt. Nachdem 4·6 CC. Säure verbraucht waren, ist die Flüssigkeit gelb wie verdünntes Serum (nicht tingirtes Controlgemisch) und auch mit Phenolphtaleïn getränktes Papier bleibt beim Betupfen farblos. Also brauchen 50 CC. Serum noch 10—4·6 = 5·4 CC. Lauge = 58·7 Mgr. NaOH.

Versuch 4. Hiezu diente ein wieder anderes Rindserum; das Gemisch war in dem Verhältnisse wie bei Versuch 2 und 3 dargestellt worden.

a) 100 CC. Filtrat entsprechend 50 CC. Serum und 10 CC. Lauge wurde unter Anwendung der Liebreich'schen Lakmusgypstafeln titrirt. Verbraucht 6·5 CC. Säure. Die 50 CC. Serum binden also noch 10—6·5 = 3·5 CC. Lauge = 38·0 Mgr. NaOH.

b) 100 CC. Filtrat werden mit Phenolphtaleïn roth gefärbt und bis zur Entfärbung titrirt. Verbraucht 4·5 CC. Säure. Die 50 CC. Serum binden also noch 10—4·5 = 5·5 CC. Lauge = 59·8 Mgr. NaOH.

Versuch mit Menschenblutserum.

Versuch 5. Der Freundlichkeit der Herren Prof. Rembold und Dr. v. Hofer verdankte ich das Blut von der Venaesection im Falle einer Pneumonie. Von dem mit einer dicken Crust. inflamm. versehenen Blutkuchen liess sich ein grosser Theil des Serums als klare, bernsteingelbe Flüssigkeit völlig frei von Blutscheiben abgiessen. Da die Menge des klaren Serum noch nicht 100 CC. betrug, so wurde so verfahren:

In ein 100 CC.-Kölbchen kam das Serum, dessen Volumen mit Lauge bis zur Marke ergänzt wurde; es waren dazu 30·3 CC. nöthig, daher betrug das Volum des Serums 69·7 CC. Der Inhalt des Kölbchens wurde dann in ein Kölbchen von 200 CC. gegossen, nachgewaschen, Chlorbaryum zugesetzt und mit Wasser zur Marke (200 CC.) ergänzt. Nach einstündigem Stehen in der Kälte wurde filtrirt. Das Filtrat war klar, blassgelb. Je 50 CC. desselben entsprachen 69·7 : 4 = 17·42 CC. Serum und 7·57 CC. zugesetzter Lauge.

a) 50 CC. Filtrat mit Lakmustinctur gefärbt, verbrauchten 6·0 CC. Säure statt 7·57. Daher binden 17·4 CC. Serum 1·57 CC. Lauge = 17·3 Mgr. NaOH, oder 50 CC. Serum binden 54·4 Mgr. NaOH.

b) 50 CC. Filtrat mit Phenolphtaleïn titrirt, verbrauchen 5·2 CC. Säure statt 7·57 CC. Daher binden 17·4 CC. Serum 2·37 CC. Lauge = 25·78 Mgr. NaOH, oder 50 CC. Serum binden 74·1 Mgr. NaOH.

Die Zahlen der vorangeführten Versuche beweisen also, dass sich auch durch das Experiment das Blutserum (und daher auch das Blut) als eine Flüssigkeit erweist, welche einen Überschuss der Säuren gegenüber den Basen enthält, noch Basis binden kann und daher dem Gesammtcharakter nach sauer ist.

Dies ist das Resultat, um das es mir hauptsächlich zu thun war. Das absolute, durch die Menge des verbrauchten Titriralkalis ausdrückbare Quantum Säure, welches sich in der Volumeinheit Blut oder Blutserum befindet, ist natürlich schwankend nach Species und individuellem Zustand, und für meine Studien von minderem Belang. Da jedoch einige numerische Resultate gewonnen worden sind, so werde ich sie der Übersichtlichkeit halber in eine kleine Tabelle, auf je 50 CC. Serum bezogen, zusammenstellen.

Dabei ist nur noch eines zu bemerken, was die Differenz der Titrirpigmente betrifft. Die von mir oben mitgetheilten Bestimmungen sind ziemlich scharf ausführbar gewesen, so dass es sich auch bei den verwendeten verdünnten Titerflüssigkeiten höchstens um ein oder zwei Zehntel eines Cubikcentimeters handeln konnte, und wenn mehrere Proben gemacht worden sind, so stimmten sie bis auf die genannte Grösse überein. Jedoch war eine solche Zusammenstimmung nur dann der Fall, wenn dasselbe Pigment als Indicator benützt worden ist. Titrirungen von Lakmus (Papier- oder Gypsplättchen) einerseits und von Phenolphtaleïn anderseits stimmten untereinander auch bei derselben Flüssigkeit nicht überein.

Immer wurde beim Rücktitriren weniger Säure verbraucht — das Serum also mehr sauer gefunden — wenn mit Phenolphtaleïn titrirt wurde, als wenn Lakmus angewendet worden war. War unter Anwendung von Phenolphtaleïn Säure bis zum Verschwinden jedes rothen Tones hinzugesetzt, so war dies noch nicht genug, um auf Lakmuspapier oder Liebreich'schen Tafeln einen rothen Fleck zu erzeugen. Daher werde ich in der Übersicht aus den bei verschiedenen Titrirungen erhaltenen Zahlen nicht das Mittel nehmen, sondern sie nebeneinander aufführen. Man kann sich wohl kaum etwas Anderes denken, als dass beide Pigmente zu den in den Serumgemischen vorhandenen Eiweissverbindungen sich verschieden verhalten. Für die Ziele der vorliegenden Arbeit erwächst daraus kein Nachtheil oder Zweifel, im Gegentheile eine Vervollkommnung, denn, wenn auch die mit Lakmus gewonnenen Zahlen kleiner sind, als die mit Phenolphtaleïn erhaltenen, so beweist doch jede beider Reihen das Gleiche; nur die Stärke der Acidität geben beide Reihen verschieden an.

50 CC. Serum verbrauchen NaOH in Milligrammen					
Indicator	Menschen-serum	Rinderblutserum			
		1.	2.	3.	4.
Mit Lakmus titrirt	54·4	54·4	43·5	34·8	38·0
Mit Phenolphtaleïn titrirt ..	74·1	74·7	59·8	58·7	59·8

Versuche mit dem Diffusat von Rindsblutserum.

Wenn das Blutserum saure Körper enthält, so muss das Diffusat, welches man erhält, wenn man Serum gegen Wasser diffundiren lässt, auch, und zwar relativ noch mehr saure Körper enthalten, da Säuren und sauere Salze leichter diffundiren als neutrale.[1]

Versuch 6. Mit 250 CC. von dem auch bei Versuch 3 verwendeten Rinderserum wurde ein 17 Ctm. im Durchmesser haltender Guttapercharingdialysator beschickt und gegen 500 CC. destillirten Wassers bei niederer Temperarur 9 Stunden lang diffundiren gelassen.

Vom Diffusat giesst man in ein 250 CC.-Kölbchen, jetzt 6 CC. Lauge, etwas Chlorbaryumlösung hinzu und ergänzt das Fehlende bis zur Marke mit weiterem Diffusat. Nach einer halben Stunde wird filtrirt und vom Filtrat 200 CC. entsprechend 4·8 CC. Lauge abgemessen. Bei der Rücktitrirung mit Säure, welche sich hier so scharf wie bei anorganischen Lösungen ausführen lässt, werden unter Anwendung von Lakmustinctur 0·8 CC. Säure verbraucht. Daher war in dem zur Bestimmung verwendeten Diffusat (etwa 190 CC.) so viel Säure, als zur Neutralisation von 4·8—0·8 = 4·0 CC. Lauge = 43·52 Mgr. NaOH nöthig ist.

Versuch 7. Das Rindsserum 4 wurde gegen das doppelte Volumen andauernd ausgekochten und frisch destillirten Wassers in mit Glasplatten sorgfältig bedeckten Dialysatoren diffundiren gelassen, von 5 Uhr Abends bis Früh.

[1] Siehe Fr. Hinteregger, Diffusionsursache an Lösungen sauer reagirender Salzgemische. Ber. d. chem. Ges. 1879.

Dann wurde zu 30 CC. Lauge Diffusat und Chlorbaryum (etwa 20 CC.) hinzugefügt und mit Diffusat auf 750 CC. gebracht. Nach 1 Stunde wird filtrirt.

100 CC. des Filtrates entsprechen also 4 CC. Lauge.

a) 100 CC. mit Lakmustinctur zurücktitrirt, verbrauchen 1·4 CC. Säure.

b) 100 CC. mit Phenolphtaleïn zurücktitrirt verbrauchen 1·35 CC. Säure.

Bei der Titrirung des Diffusates ist ein Unterschied bei Anwendung verschiedener Pigmente nicht mehr vorhanden. Wenn 100 CC. Filtrat 1·4 CC. Säure verbrauchen, so ist darin bereits so viel Säure enthalten, dass 4—1·4 = 2·6 CC. Lauge = 23·3 Mgr. NaOH gebunden worden sind.

Auf die 750 CC. Gemisch, die dem 15stündigen Diffusat von circa 350 CC. Serum entsprechen, rechnet sich daher ein Säuregehalt, welcher 19·5 CC. Lauge = 212 Mgr. NaOH äquivalent ist.

Diese Versuche zeigen, dass man aus Blutserum durch Diffusionseinrichtungen der einfachsten Art saure Diffusate erhalten kann.

II.

Ich gehe nun über zu den Versuchen, bei welchen dasselbe Verfahren auch auf sogenannte alkalische Secrete angewandt wurde. Als solche können Pankreassaft und Galle gelten.

Versuch 8. In Ermanglung von Pankreassecret wurde ein grosses Stück frischen Ochsenpankreas zu Brei gehackt, mit dem gleichen Volum Wasser eine halbe Stunde digerirt und durch Leinen gepresst.

Als zu 200 CC. davon 10 CC. Lauge = 108·8 Mgr. NaOH gefügt und auf 250 CC. mit Chlorbaryumlösung und Wasser verdünnt war, reagirte das nach 12stündigem Stehen abfiltrirte Gemisch noch gar nicht alkalisch, sondern nahezu neutral.

Ich gebe den Versuch, wie er gemacht ist, nicht verkennend, dass ich die Möglichkeit nicht ausschliessen kann, es sei bei dem Transporte oder bei der mechanischen Zerkleinerung bereits Bildung von etwas Säure eingetreten, die mit dem natürlichen Secrete nichts zu schaffen hat. Desshalb will ich, jedem Einwand

vorbeugend, zugestehen, dass es wünschenswerth wäre, den Versuch mit Secret selbst, und zwar mit möglichst frischem anzustellen.

Versuche mit Galle.

Von solchem Einwurfe frei, sind die folgenden mit frischer Ochsengalle angestellten Versuche; sie sind von Herrn Fr. Emich ausgeführt worden.

Versuch 9. Hiezu diente krystallisirende Rindsgalle, d. h. solche, die nach dem bekannten Verfahren Hüfner's auf Zusatz von Salzsäure und Äther (oder Benzol) zu einem Brei von Glycocholsäure erstarrt.

Die Galle färbte Lakmuspapier blau, konnte daher auch nach dem alten Verfahren direct mit Säure titrirt werden. Die dabei erhaltene Zahl ist sub *a)*, die nach dem neuen Verfahren unter Anwendung von Chlorbaryum erhaltene Zahl ist sub *b)* angegeben.

a) 25 CC. Galle für sich mit Säure titrirt, verbrauchten 13·9 Mgr. HCl; oder 50 CC. Galle brauchen 0·028 Grm. HCl.

b) 50 CC. Galle werden mit 8 CC. Lauge und Chlorbaryumlösung auf 100 CC. gebracht. Das Filtrat ist nur blassgelb gefärbt, da der Niederschlag die grösste Menge des Farbstoffes mitreisst; 50 CC. davon mit Corallin titrirt, verbrauchen 1·6 CC. Säure statt 4 CC. Daher neutralisiren 50 CC. Galle 4·8 CC. Lauge = 52 Mgr. NaOH.

Versuch 10. Hiezu diente ebenfalls frische, aber nicht krystallisirende Ochsengalle.

a) 25 CC. Galle direct mit Salzsäure titrirt, verbrauchten 18·4 Mgr. HCl; oder 50 CC. Galle brauchen 0·037 HCl.

b) 50 CC. Galle werden mit 10 CC. Lauge und Chlorbaryumlösung auf 100 CC. gebracht. Von diesem Gemisch verbrauchten 50 CC. Filtrat mit Corallin titrirt 2·15 CC. Säure statt 5 CC. Daher neutralisiren 50 CC. Galle 5·7 CC. Lauge = 62 Mgr. NaOH, d. h. die Galle übt Säurewirkungen aus.

Diffusat von Rindsgalle.

Versuch 11. Frische, vom Schlachthause bezogene, gemischte Rindsgalle wurde gegen das doppelte Volum ausgekochten

destillirten Wassers bei 0° C. durch 15 Stunden diffundiren gelassen.

Vom Diffusat, welches kaum gelblich war, wurde ein Gemisch bereitet, das 20 CC. Lauge, 30 CC. Chlorbaryumlösung und den Rest davon zu 500 CC. Diffusat enthielt. Nach $^1/_2$stündigem Stehen wurde vom weissen Niederschlag filtrirt und je 200 CC. Filtrat zum Rücktitriren mit Säure genommen. Die 200 CC. entsprachen einem Gehalt von 8 CC. Lauge.

a) 200 CC. mit Lakmus blau gefärbt, brauchten zur Neutralisation 2·5 CC. Säure statt 8 CC. Das in 200 CC. enthaltene Diffusat neutralisirt daher 8—2·5 = 5·5 CC. Lauge = 59·8 Mgr. NaOH.

b) 200 CC. mit Corallin tingirt, verbrauchten zur Neutralisation 2·5 CC. Säure statt 8 CC., d. h. genau ebensoviel als bei *a)*.

Schlussbemerkung.

Die von mir vorgebrachte Ansicht und Beweisführung über die Constitution des Blutes klärt mancherlei physiologische Verhältnisse auf.

Ich möchte für diesmal nur an die im Interesse der Lehre von der Respiration so vielfach studirten Beziehungen der Kohlensäure, beim Auspumpen des Blutes, zum Blute selbst erinnern.

Ein grosser Theil solcher Bemühungen war der Analogie gewidmet, welche beim Auspumpen Blut, respective das Serum einerseits, und eine Lösung von doppeltkohlensaurem Natron anderseits zeigen, soferne der Procentgehalt der letzteren Lösung dem Alkaligehalte des Serums entsprach. Es hat sich aber herausgestellt, dass ein analoges Verhalten beider nicht stattfindet.

Aus der Lösung des doppeltkohlensauren Alkalis $NaHCO_3$ kann man nämlich mit einer kräftig wirkenden Gaspumpe bei 40° selbst nicht im Laufe von Tagen, viel mehr als die Hälfte der locker gebundenen Kohlensäure, also etwa ein Viertel der

gesammten Kohlensäuremenge auspumpen; Zuntz.[1] Nicht so träge verhält sich das Serum von Blut; aus ihm entweicht in der Gaspumpe die Kohlensäure zwar auch langsam, aber es bleibt zuletzt nur ein kleiner Rest gebunden, d. h. die Zersetzung findet nicht bei der Bildung von Na_2CO_3 ihre Grenze, sondern schreitet weiter vor, ganz so, wie wenn allmälig eine Säure, aber in zur vollständigen Neutralisation ungenügender Menge zugesetzt würde. Pflüger; aus Zuntz, l. c.

Aus Blut selbst konnte Setschenow 1859 fast alle Kohlensäure auspumpen, und bekannt ist der noch weiter gehende Versuch von Pflüger, bei welchem nicht nur alle Kohlensäure ausgepumpt, sondern durch das Blut auch noch weiteres, d. h. hinzugesetztes kohlensaures Natron (Soda) zersetzt wurde.

Zuntz schreibt in seiner citirten Arbeit: „Alle beobachteten Thatsachen erklären sich vollkommen, wenn wir annehmen, dass im Serum neben dem Alkali eine Säure sich findet, welche so schwach ist, dass sie nicht auf Lakmus als solche reagirt, welche aber im Vacuum die Kohlensäure aus ihren Verbindungen desshalb allmälig austreibt, weil jedes frei gewordene Kohlensäuremolekül sofort aus dem Bereiche der Reaction entfernt wird. Diese als Säure wirksame Substanz ist in so geringer Menge im Serum enthalten, dass beim Auspumpen etwas Kohlensäure gebunden bleibt. Es fragt sich nun, welches sind die Substanzen, welche im Serum und in den Blutkörperchen als schwache Säuren bei niedrigem Partialdruck die Kohlensäure aus ihren Verbindungen mit Alkali austreiben, bei höherem ihrerseits der CO_2 Platz machen, und zwar wenigstens im Serum so vollständig, dass es bei Behandlung mit einer CO_2 fast genau so viel chemisch bindet, wie zur Umwandlung seiner sämmtlichen Alkalien in Bicarbonat erforderlich ist."

Wie man sieht, führen die Auspumpungsversuche von Serum oder von Blut und meine auf Grund weit abliegender Überlegungen unternommenen, und im Obigen mitgetheilten Versuche zu im Ganzen demselben Resultate, d. i. dem, dass das Blut Säurewirkungen ausübt, also sauer sein muss. Aber ich glaube weiter, dass meine, auf das Gesetz der Vertheilung von Säuren und Basen gegründete Auffassung erst die am Blute beobachteten Vorgänge erklärt, und dass sie die Frage, welche Substanz es ist, die die Säurewirkungen ausübt, gegenstandslos macht. Es ist dies

---

[1] Physiologie der Blutgase und des respiratorischen Gaswechsels Band IV *a* von Hermann's Handbuch der Physiologie.

nicht eine einzige Säure, sondern es sind deren viele; so viel saure Körper sich überhaupt im Blute finden, so viele sind auch in kleinen, oder doch in minimalen Mengen im freien Zustande darin. Je stärker die Säure, um so weniger ist frei, um so mehr gebunden; die Hauptmasse der freien Säure ist die Kohlensäure, weil sie die schwächste ist und die einzig gasförmige. Das Abquälen nach der Suche einer sauren Substanz ist fruchtlos. Die Wirkung vertheilt sich auf alle mineralischen und organischen Substanzen, in denen durch Metalle substituirbare Wasserstoffatome (Hydroxylgruppe) enthalten sind, von der Salzsäure angefangen bis zu den Eiweisskörpern. Von den letzteren ist das erste Verdauungsproduct, das unlösliche Pepton oder Propepton eine ausgesprochene Säure, was ich in einer anderen Arbeit näher zeigen werde.

Graz, im April 1882.

Über das Verhalten der Rindsgalle zu der Hüfner'schen Reaction und einige Eigenschaften der Glycocholsäure.

Von **Friedrich Emich.**

(Mit 2 Holzschnitten.)

(Aus dem Laboratorium des Prof. R. Maly in Graz.)

I.

Hüfner [1] hat die interessante Beobachtung mitgetheilt, dass gewisse Rindsgallen bei Zusatz von Äther und einigen Cubikcentimetern concentrirter Salzsäure zu einem Brei von Glycocholsäure erstarren und gründete auf diese schöne Reaction eine einfache und bequeme Darstellungsweise dieser nach den Methoden von Strecker und Gorup-Besanez [2] weit umständlicher zu gewinnenden Säure.

Die Reaction schien jedoch von besonderen Umständen abzuhängen, da sie an mehreren Gallen anderer Bezugsorte nicht eintreten gesehen wurde.

Einige Jahre später gab Hüfner weitere statistische Daten über den Einfluss, welchen Geschlecht, Alter, Herkunft, Ernährungszustand und Qualität der Nahrung auf das Ausbleiben dieser Reaction äussern dürften,[3] und jüngst erschien eine Abhandlung[4] von demselben Forscher, in welcher hauptsächlich dargethan wurde, dass die, besagte Erscheinung zeigenden Gallen an Glycocholsäure relativ viel reicher sind, als jene, welche sich gegen Salzsäure und Äther indifferent verhalten.

---

1 Journ. für prakt. Chemie. Bd. 10, pag. 267.

2 Gmelin, Handb. 7, III, pag. 2043.

3 Journ. für prakt. Chemie. 19, pag. 302.

4 Daselbst, 25, pag. 97.

Im Laufe der Jahre wurde nun, wie mir Herr Prof. Maly gütigst mitgetheilt, mehrmals versucht, aus den vom hiesigen Schlachthause bezogenen Rindsgallengemengen nach Hüfner Glycocholsäure darzustellen, was jedoch nie gelang. Als der Versuch vor einiger Zeit wiederholt wurde und das Gemisch mit Äther und Salzsäure weiterhin unbeachtet stehen blieb, erschien nach acht Tagen eine krystallinische Ausscheidung in Form weisser Kügelchen, die sich noch beträchtlich vermehrten; nach zwei Wochen war die Flüssigkeit zu einem dünnen Brei geworden und durch Filtriren und Umkrystallisiren konnte eine beträchtliche Menge reiner Glycocholsäure gewonnen werden; dies gab den Anstoss zu genauerer Untersuchung der Grazer Gallen und dieser Verhältnisse überhaupt.

Bevor jedoch auf die betreffenden Einzelnheiten übergegangen wird, sei erwähnt, dass es für eine qualitative Prüfung unserer, verhältnissmässig glycocholsäurearmen Gallen nach vielen Parallelversuchen zweckmässig gefunden wurde, die betreffende Probe statt mit Äther mit Benzol zu schütteln und dies nach Zusatz von vier Volumpercenten concentrirter Salzsäure einige Male zu wiederholen.[1]

Dabei wurden folgende Fälle beobachtet:

a) Einige Gallen erstarren nach 10 bis 60 Minuten zu einem so consistenten Brei, dass man das Gefäss umkehren kann, ohne dass etwas ausfliesst; diese geben also die Hüfner'sche Reaction beinahe so brillant, wie die meisten Tübinger Gallen, allerdings nur beinahe, denn eine Galle, welche Herr Prof. Hüfner Herrn Prof. Maly in den Wintermonaten übermittelt hatte, erstarrte noch viel schneller zu einer weit festeren Masse.

---

[1] Die Reaction, sofern sie mit Benzol eintritt, gelingt auch meist mit Äther, jedoch mit dem ersteren in der Regel rascher, daher ich diese kleine Modification von Hüfner's Verfahren bei meinen Versuchen vorgezogen habe. (Belege dafür rückwärts.)

Ausser Benzol+Salzsäure wurden noch wirksam gefunden: Schwefelkohlenstoff+Salzsäure, Petroleumäther+Salzsäure, Petroleum+Salzsäure, Äther+Schwefelsäure. Nicht wirksam: Salzsäure allein (meistens), Salpetersäure, Essigsäure, Essigsäure+Äther, Chloroform+Salzsäure, Essigäther+Salzsäure, Amylalkohol+Salzsäure.

b) Andere Gallen zeigen die Reaction, wie sie Hüfner beschrieben hat, nicht, jedoch entstehen nach einigen Tagen weisse Kügelchen und Flocken, welche sich unter dem Mikroskope in Nadelaggregate auflösen; nach Wochen sind diese Gallen zu einem dünnen Brei von Kügelchen geworden.

c) Endlich gibt es Gallen, welche sich vollkommen indifferent verhalten, oder höchstens nach vielen Wochen oder Monaten Andeutungen einer Krystallisation zeigen.

Die Gallen einzelner Individuen verhalten sich meist nach Punkt *a)* oder *c)*, Gallengemenge verhielten sich stets nach *b)*.

Von den bis nun untersuchten Grazer Gallen gaben 50 Percent die Reaction in der ersten Stunde, 15 Percent innerhalb einer Woche, der Rest verhielt sich negativ.

Welche Rolle dem Benzol, beziehungsweise Äther bei der Reaction zukommt, kann auch ich nicht mit voller Bestimmtheit sagen; nur ist gewiss, dass, wie man im ersten Momente vielleicht zu glauben gesonnen wäre, sie nicht dazu dienen, einen die Ausfällung der Glycocholsäure verhindernden Körper aufzunehmen, denn extrahirt man schwach angesäuerte Galle wiederholt mit Benzol und destillirt es ab, so resultirt ein, anscheinend vornehmlich aus Cholesterin und Fett bestehender Rückstand, der, frischer Galle zugesetzt, deren Krystallisirfähigkeit nicht im Mindesten beeinträchtigt; vielleicht dient es nur dazu, das Zusammenfliessen der sich anfangs in Tröpfchen abscheidenden Glycocholsäure zu verhindern? Diese Annahme wird einerseits durch den Umstand unterstützt, dass Glycocholsäure in Benzol so gut wie unlöslich ist, andererseits dadurch, dass dessen Wirksamkeit nur eintritt, wenn man die angesäuerte Probe öfters damit schüttelt, also eine feine Vertheilung desselben in der Flüssigkeit bewirkt.

Ich werde nun vorerst an der Hand einer kleinen Tabelle zeigen, in welcher Menge die Abscheidung der Glycocholsäure bei unseren Gallen erfolgt; das Material hiezu wurde dadurch gewonnen, dass von 14 Rindsgallen je zwei abgemessene Proben mit Äther, beziehungsweise mit Benzol und Salzsäure behandelt wurden. Die ausgeschiedene Säure kam nach zehn Tagen auf ein

gewogenes Filter, wurde mit der Pumpe abgesaugt, mit kaltem Wasser gewaschen, bei 100° getrocknet und gewogen. Wenngleich dieses Verfahren auf keine grosse Genauigkeit Anspruch machen kann, so gibt es doch beiläufigen Aufschluss über die Quantität der in den Gallen enthaltenen Glycocholsäure. In der folgenden Tabelle sind die Gallen geordnet nach der Raschheit des Erstarrens, indem die zuerst Erstarrende mit 1 bezeichnet ist.

Nr.	Individuum (angebl.)	Äther u. 4 Perc. Salzsäure		Benzol u. 4 Perc. Salzsäure	
		Glycocholsäure aus 100 Theilen Galle	Krystallisationszeit	Glycocholsäure aus 100 Theilen Galle	Krystallisationszeit
1	Kuh	5·5 Proc.	10 Minuten	5·8 Perc.	10 Minuten
2	„	3·8 „	3/4 Stunden	4·2 „	1/2 Stunde
3	„	2·6 „	3/4 „	3·6 „	1/2 „
4	Ochse	2·3 „	3/4 „	2·9 „	1/2 „
5	Kuh	1·6 „	2 „	2·7 „	1 1/4 „
6	„	2·0 „	2 „	2·6 „	1 „
7	„	nicht gewogen	13 Tage	1·8 „	3 Tage
8	„		Nach vielen Wochen nur wenig oder keine krystallinische Ausscheidung	1·2 „	5 „
9	Ochse			0·9 „	6 „
10	„				Nach vielen Wochen nur wenig oder keine krystallinische Ausscheidung
11	„				
12	„				
13	„				
14	„				

Aus diesen Zahlen ersehen wir Folgendes:

1. Die sich bei der Hüfner'schen Reaction abscheidende Glycocholsäuremenge steht mit der Krystallisationszeit in umgekehrtem Verhältnisse; sie schwankt bei den erstarrenden Gallen von 2 bis 5·8 Percent, bei den langsam krystallisirenden von 0·9 bis 1·8 Percent.

2. Bei Benzol und Salzsäure ist die Abscheidung reichlicher, erfolgt schneller und auch zum Theile aus jenen Gallen, die bei Anwendung von Äther nicht reagiren.

3. Die Galle von Kühen krystallisirt häufiger, als die von Ochsen, eine Beobachtung, die schon von Hüfner publicirt wurde.

II.

Behufs Auffindung von Unterschieden zwischen den in einigen Minuten erstarrenden und den gegen die Reaction vollkommen unempfindlichen Gallen wurde auf folgende Art Durchschnittsmaterial beschafft.

Es wurden vierzehn Rindsgallen separirt und signirt vom Schlachthause bezogen. Um ihre Eigenschaft, zu krystallisiren oder nicht zu krystallisiren zu erkennen, wurde von jeder Galle zunächst je eine Probe genommen und mit Benzol + Salzsäure geprüft. Es ergab sich folgendes Verhältniss:

a) Acht Gallen erstarrten in der ersten halben Stunde; sie wurden vereinigt und sollen im Folgenden als „krystallisirende Galle“ bezeichnet werden.

b) Fünf andere krystallisirten nach 24 Stunden noch nicht; auch diese wurden gemischt und sollen im Folgenden als „nicht krystallisirende Galle“ bezeichnet werden.[1]

Eine Galle krystallisirte nach einem Tage unvollkommen, sie wurde nicht weiter berücksichtigt.

Indem man nun die beiden Gallengemenge einer vergleichenden Prüfung unterzog, konnte man hoffen, sich von Zufälligkeiten möglichst unabhängig zu machen und allgemein giltige Durchschnittsresultate zur Aufklärung jener Momente zu erlangen, welche für das Ausbleiben oder Eintreten der Hüfner'schen Reaction von Einfluss sein möchten.

1. Dem äusseren Ansehen nach waren beide Gallengemenge vollkommen identisch; Farbe und Consistenz der Flüssigkeiten liessen keinerlei Verschiedenheiten wahrnehmen.

2. Auch das specifische Gewicht liess kaum einen Unterschied erkennen; das der krystallisirenden Galle war

---

[1] Ein glücklicher Zufall wollte es, dass von diesen Gallen auch nach 14 Tagen keine einzige Glycocholsäure abschied, wie sich an den anfänglich weggenommenen und stehen gelassenen Proben ergab; es waren also in der That nur „nicht krystallisirende Gallen“ in diesem Gemenge enthalten.

(mittelst Areometer bestimmt) = 1·024, das der nicht krystallisirenden Galle = 1·025 bei 13° C.

3. Um zu der Lösung der Frage, ob in den nicht krystallisirenden Gallen vielleicht ein die Abscheidung der Glycocholsäure wesentlich verhindernder Körper vorhanden sei, wie Hüfner[1] vermuthet, einen weiteren Beitrag zu liefern, wurden Mischungen von krystallisirender und nicht krystallisirender Galle auf ihr Verhalten gegen Benzol + Salzsäure geprüft. Dabei stellte sich heraus, dass derlei Gemenge um so langsamer krystallisirten, je reichlicher die nicht krystallisirende Galle zugesetzt worden war, jedoch erfolgte stets eine Abscheidung der Glycocholsäure, es tritt also nur Verzögerung, nicht aber Verhinderung der Reaction ein, wie folgende kleine Tabelle beweist:

Mischungsverhältniss v. kryst. zu nicht kryst. Galle	Krystallisationszeit	Art der Ausscheidung	
3 : 1	3—5 Stunden	Zuerst Kügelchen, dann Erstarrung	
2 : 1	12 „	„ „ „	dicker Brei
1 : 1	24 „	„ „ „	dünner Brei
1 : 2	2 Tage	wenig Kügelchen, viel Flocken	vollkommen dünnflüssig
1 : 3	4 „	sehr wenig Kügelchen und Flocken	vollkommen dünnflüssig

Weiters wurde nicht krystallisirende Galle mit verschiedenen Mengen reinen Natriumglycocholats versetzt, wodurch man künstlich je nach den angewandten Verhältnissen langsam krystallisirende bis brillant erstarrende Gallen erhalten kann. Führt man den Versuch quantitativ aus, so krystallisirt nach Zusatz von Benzol und Salzsäure genau so viel Glycocholsäure heraus, als dem zugesetzten Glycocholat entspricht. Dies beweist zur Genüge, dass ein die Fällbarkeit der Glycocholsäure verhindernder Körper in unsern Gallen nicht enthalten ist.

[1] Journ. f. prakt. Chemie, 25, p. 97.

Der Versuch wurde auf folgende Weise durchgeführt: Der entschleimte Trockenrückstand (s. unten) der nicht krystallisirenden Galle wurde in einer kalt gesättigten Glycocholsäurelösung gelöst, mit glycocholsaurem Natrium versetzt und mit Benzol + Salzsäure vier Tage stehen gelassen; nach dieser Zeit filtrirte man auf ein gewogenes Filter, wusch mit Glycocholsäurewasser und trocknete bei 100°. Da das Filtrat (ohne Waschwasser) nach weiteren acht Tagen keine Glycocholsäure absetzte, hatte man die Gewissheit, dass die gesammte, durch die Hüfner'sche Reaction abscheidbare Säure thatsächlich auskrystallisirt war.

1·626 Grm. entschleimter Trockenrückstand und 0·1882 Grm. glycocholsaures Natrium in 20 CC. Glycocholsäurewasser gelöst, gaben mit Benzol und Salzsäure 0·1751 Grm. Glycocholsäure, verlangt werden 0·1796 Grm.

4. Der Trockenrückstand bei 105° C. betrug bei der krystallisirenden Galle 7·56%, bei der nicht krystallisirenden 8·58%. Die reichliche Menge der vorhandenen Glycocholsäure ist also jedenfalls eine mehr relative als absolute und die nicht krystallisirenden Grazer Rindsgallen sind keineswegs substanzärmer als die, die Hüfner'sche Reaction gebenden, wie dies Kolbe[1] an vielen solchen Gallen (allerdings nur nach der Menge ausgeschiedenen Kochsalzes und Taurins) constatiren konnte.

5. Analytische Bestimmungen im Trockenrückstande. Der Schleimgehalt wurde durch Behandeln des gepulverten Trockenrückstandes mit Alkohol von 95%, Sammeln auf gewogenem Filter, Einäschern und Subtraction der Asche bestimmt.

3·833 Grm. Trockenrückstand der kryst. Galle gaben 0·1775 Grm. in Alkohol unlösl. Substanz mit 0·0520 Grm. Asche = 3·2 Proc. Schleim.

2·533 Grm. Trockenrückstand der nicht kryst. Galle gaben 0·1220 Grm. in Alkohol Unlösliches mit 0·0590 Grm. Asche = 2·5 Proc. Schleim.

In Bezug auf Mucin zeigen sich also keine erheblichen Differenzen; demselben scheint daher kein Einfluss auf die Krystallisirfähigkeit der Gallen zuzukommen.

[1] Journ. f. prakt. Chemie, 19, p. 304.

Der Stickstoffgehalt des durch Lösen in Alkohol, Filtriren und Eindampfen schleimfrei gemachten Trockenrückstandes hätte über einen eventuell vorhandenen, die Ausscheidung der Glycocholsäure hindernden, stickstoffhältigen Körper Aufschluss ertheilen können, jedoch gaben beide Gallenarten fast dieselben Zahlen, die auch ganz gut mit dem Stickstoffgehalte der gallensauren Salze übereinstimmen.

0·3485 Grm. schleimfreier Trockenrückstand der kryst. Galle gaben mit Natronkalk geglüht NH_3, das 2·3 CC. Salzsäure (à 1 CC. = 9·92 Mg. HCl) neutralisirte.

0·5540 Grm. schleimfreier Trockenrückstand der nicht kryst. Galle gaben NH_3, das 3·5 CC. obiger Säure neutralisirte.

Daraus ergibt sich für den Rückstand der krystallisirenden Galle ein Percentgehalt an Stickstoff von 2·5, gegen 2·4 in der nicht krystallisirenden Galle. (Glycocholsaures Natrium enthält 2·9%, taurocholsaures Natrium 2·6% Stickstoff.)

Der Schwefelgehalt der schleimfreien Trockenrückstände musste genaue Anhaltspunkte über die anwesenden taurocholsauren Alkalien geben, nachdem die Galle an Sulphaten bekanntlich so arm ist, dass der dadurch entstehende Fehler vernachlässigt werden kann. Die Bestimmung wurde nach Kolbe durch Schmelzen mit Na_2CO_3 und $KClO_3$ ausgeführt und der Schwefel auf Natriumtaurocholat umgerechnet.

1·4724 Grm. trockene, schleimfreie kryst. Galle gaben 0·2467 Grm. $BaSO_4$ = 0·569 Grm. Natriumtaurocholat = 37·2 Percent.

1·3255 Grm. trockene, schleimfreie nicht kryst. Galle gaben 0·3710 Grm. $BaSO_4$ = 0·856 Grm. Natriumtaurocholat = 64·6 Percent.

Um die Quantität der in den beiden Gallen enthaltenen Glycocholsäure zu bestimmen, wurden die schleimfreien Trockenrückstände in Wasser gelöst, nach Strecker mit neutralem Bleiacetat gefällt, der gewaschene Niederschlag in Alkohol gelöst, mit Schwefelwasserstoff das Bleisalz zerlegt, und in einem aliquoten Theile des Filtrates vom Schwefelblei die vorhandene Glycocholsäure durch Abdunsten und Trocknen bei 100° bestimmt.

a) Krystallisirende Galle.

I. 4·640 Grm. Trockenrückstand wie angegeben behandelt; 25 CC. des auf 150 CC. verdünnten Filtrates von PbS gaben 0·2970 Grm. bei 100° getrocknete Säure = 39·1% Natriumglycocholat.

II. 2·068 Grm. wie vorher behandelt; 25 CC. des auf 200 CC. verdünnten Filtrates gaben 0·1106 Grm. Glycocholsäure = 43·4% glycocholsaures Natrium.

b) Nicht krystallisirende Galle.

I. 5·100 Grm. Trockenrückstand wie vorher behandelt; 25 CC. des Filtrates, das auf 200 CC. verdünnt worden war, enthielten 0·0557 Grm. Glycocholsäure = 9·1% Natriumglycocholat.

II. 3·720 Grm. Trockenrückstand wie oben behandelt; 25 CC. des auf 200 CC. gebrachten Filtrates enthielten 0·0308 Grm. Glycocholsäure = 6·8% Natriumglycocholat.

Auch mittelst der modificirten Hüfner'schen Reaction konnte in der krystallisirenden Galle die Glycocholsäure ziemlich genau bestimmt werden. Hiezu wurde der entschleimte Trockenrückstand in der 20fachen Menge kalt gesättigter Glycocholsäurelösung gelöst, mit etwas Benzol[1] geschüttelt, mit 3 Vol. Proc. conc. Salzsäure versetzt und 12—24 Stunden stehen gelassen; sollten sich, wie es mitunter vorkommt, ölige Tropfen am Boden oder an den Wänden des Gefässes ansetzen, so braucht man die Probe nur einige Male kräftig zu schütteln. Man filtrirt mit der Pumpe auf ein gewogenes Filter, wäscht mit Glycocholsäurewasser, trocknet und wägt.

1·8688 Grm. Trockenrückstand gab 0·7315 Grm. Glycocholsäure = 39·7% Glycocholsaures Natrium.

In der nicht krystallirenden Galle konnte die Glycocholsäure auf diese Weise natürlich nicht bestimmt werden.

Die Aschenbestimmungen ergaben nur unbedeutende Differenzen zwischen den beiden Gallen, wie die beigefügte Tabelle zeigt, in welcher unter Rubrik I die in Wasser löslichen, unter II die unlöslichen und unter III die Gesammtaschenmengen

[1] Dasselbe muss mindestens durch Destillation am Wasserbade gereinigt worden sein.

angeführt sind; unter *a* sind dieseben auf 100 Theile Trockenrückstand, unter *b* auf 100 Theile Galle berechnet.

Galle	I. Wasserl. Asche		II. Unlösl. Asche		III. Gesammtasche	
	a	*b*	*a*	*b*	*a*	*b*
krystallisirende	13·8[1]	1·04	1·4	0·11	15·2	1·15
nicht krystallisirende	13·1[2]	1·12	2·0	0·16	15·1	1·28

Spectral - analytisch untersucht enthielten die löslichen Aschenportionen nur wenig K neben Na, kein Li.

Eine quantitative Kaliumbestimmung wurde in dem Antheile[2] ausgeführt und ergab 3·2% K^2O.

Weiter gehende Analysen wurden nicht unternommen, nachdem kaum zu erwarten war, dass (ausser dem S-Gehalte) sich besondere Unterschiede zwischen den beiden Gallen ergeben dürften.

Fassen wir zum Schlusse unsere Resultate in einer Tabelle zusammen, so werden wir den einzigen Unterschied zwischen den krystallisirenden und nicht krystallisirenden Grazer Rindsgallen leicht erkennen.

Bestandtheile	100 Theile Trockenrückstand		100 Theile Galle		Anmerkung
	kryst. Galle	nicht kryst. Galle	kryst. Galle	nicht kryst. Galle	
Wasser	—	—	92·44	91·42	Gewichtsverlust b. 105° C.
Glycochols. Natrium	41·2	7·9	3·12	0·69	Aus d. mittelst d. Pb.-Salzes abgesch. Glycocholsäure berechnet.
	(39·7)	—	(3·00)	—	Aus nach d. Hüfner'schen Reaction abgeschiedener Glycocholsäure.
Taurochols. Natrium	37·2	64·6	2·81	5·40	Aus d. S-Gehalte abgeleit.
Mucin	3·2	2·5	0·24	0·22	
Anorgan. Salze[3]	7·4	7·9	0·64	0·68	Asche nach Abzug d. von den gallensauren Salzen herrührenden.

[1] 43·4% Na_2CO_3 enthaltend (durch Titriren mit Säure bestimmt).

[2] 54·9% Na_2CO_3 enthaltend.

Ammoniumsalze natürlich ausgenommen.

Ein Blick überzeugt uns, dass nur in dem Verhältnisse der Glycochol- zur Taurocholsäure eine wesentliche Differenz der beiden Gallenarten besteht. Während die krystallisirenden Gallen durchschnittlich 3% Natriumglycocholat und ebensoviel Taurocholat enthalten, führen die nicht krystallisirenden etwa $5^1/_2$% von letzterem und nur $^3/_4$% eines Na-Salzes, von welchem ich nicht zu behaupten wage, dass es wirklich nur Glycocholat ist; denn, als der mit Bleizucker in der schleimfreien nicht krystallisirenden Galle erhaltene Niederschlag in Alkohol gelöst, mit H_2S zerlegt und die frei gewordene Säure nach dem Verjagen des Weingeistes mit Lauge aufgenommen und mit HCl gefällt wurde, schieden sich nach 12 Stunden hauptsächlich ölige Tropfen und nur Spuren der für die Glycocholsäure charakteristischen Nadeln ab, wie solche nach dem ganz gleichen Verfahren aus der krystallisirenden Galle reichlich erhalten wurden. Bestimmt ist nur, dass jene Gallen eine geringe Menge einer durch neutrales essigsaures Blei fällbaren Säure enthalten, welche Fällung zum Theile in Alkohol löslich ist. Mag diese Säure thatsächlich Glycocholsäure sein oder nicht, jedenfalls ist ihre Quantität im Verhältnisse zu jener der Taurocholsäure so gering, dass schliesslich behauptet werden kann: unsere nicht krystallisirenden Gallen geben die Hüfner'sche Reaction nur desshalb nicht, weil sie entweder keine oder nur wenig mehr Glycocholsäure enthalten, als die durch den Zusatz von Säure freigewordene Taurocholsäure zu lösen im Stande ist. Diese ist das einzige auffindbare Agens, das die Ausscheidung der Glycocholsäure einigermassen zu hindern und das Verhalten nichtkrystallisirender Gallen zu erklären vermag. (Über die lösende Wirkung der Taurocholsäure folgen die Belege später.)

Dass der hervorgehobene Unterschied besteht, hat auch Hüfner in seiner letzten Abhandlung gezeigt, allein bei seinen Untersuchungen hatte sich herausgestellt, dass die krystallisirenden (Tübinger) Rindsgallen etwa $4^1/_2$mal soviel, die nicht krystallisirenden ebensoviel Glyco- als Taurocholsäure enthalten, Verhältnisse, welche in der That nur durch Annahme eines unbekannten, die Abscheidung der Glycocholsäure hindernden

Körpers erklärt werden könnten, aber auf unsere Gallen keineswegs übertragen werden dürfen.

III.

Anschliessend an vorstehende Untersuchungen, theile ich einige Eigenschaften der Glycocholsäure mit, welche in den Handbüchern theils unrichtig, theils nicht enthalten sind.[1]

a) Löslichkeit der Glycocholsäure.

1. In Wasser.

Strecker[2] gibt in seinen „Untersuchungen der Ochsengalle" an, dass 1000 Theile kaltes Wasser 3·3 Theile, 1000 Theile kochendes Wasser 8·3 Theile Glycocholsäure lösen. Die erste Zahl muss zufolge vielfach wiederholter Bestimmungen (theilweise mit nach verschiedenen Methoden dargestellter Substanz) als genau um das Zehnfache zu hoch bezeichnet werden, die letztere kann ich als richtig bestätigen.

Die Löslichkeit wurde bei 20, 60, 80, 100° C. ermittelt:

Wasser	von	20°	löst	0·33	p.	M.	(Mittel von 7 Bestimmungen)
„	„	60°	„	1·02	„	„	(100·8 Grm. Lösung gaben 0·1111 Grm. Gl.-S.)
„	„	80°	„	2·35	„	„	(116·1 Grm. Lösung gaben 0·2722 Grm. Gl.-S.)
„	„	100°	„	8·5	„	„	(Mittel von 2 Bestimmungen)

---

[1] Die zu diesen Versuchen verwendete Säure wurde grösstentheils nach einem modificirten Hüfner'schen Verfahren dargestellt, mittelst welchem sie als ein sehr reines Präparat erhalten werden kann. Dasselbe besteht einfach darin, dass man die frische Galle am Wasserbade zur Trockene verdampft, den Rückstand pulvert, mit Alkohol auszieht, diesen verjagt, den Syrup in der 10—15fachen Menge Wasser löst, mit Äther oder Benzol schüttelt, auf je 1 L. frischer Galle 40 CC. conc. Salzsäure zusetzt und so lange stehen lässt, bis eine reichliche Krystallisation eingetreten ist. Man filtrirt, wäscht mit kaltem Wasser und krystallisirt aus heissem (nicht kochendem) Wasser um.

[2] Ann. d. Pharm. 65, p. 10.

Aus diesen Daten construirt sich folgende Löslichkeitscurve, bei welcher, um nicht zu kleine Strecken zu erhalten, der Massstab der Ordinatenaxe 30mal so gross angenommen wurde als jener der Abscissenaxe.

Fig. 1.

2. In wässerigem Alkohol.

Die Handbücher geben nur an, dass Glycocholsäure in Weingeist sehr leicht löslich sei. Für 20° C. wurden folgende Verhältnisse gefunden:

Weingeist von 1°/0 löst	0·35 p. M.	(96·3 Grm. Lösung gaben 0·0333 Grm. Gl.-S.)
„ „ 2°/0 „	0·49 „ „	(98·32 Gr. Lösung gaben 0·0433 Grm. Gl.-S.)
„ „ 10°/0 „	1·0 „ „	(36·95 Grm. Lösung gaben 0·0368 Grm. Gl.-S.)
„ „ 20°/0 „	2·75 „ „	(30·86 Grm. Lösung gaben 0·0827 Grm. Gl.-S.)
„ „ 30°/0 „	16·74 „ „	(31·01 Grm. Lösung gaben 0·5105 Grm. Gl.-S.)
„ „ 50°/0 „	275·3 „ „	(4·338 Grm. Lösung gaben 0·9364 Grm. Gl.-S.)

Bei der Construction der beigefügten Curve wurde auf der Abscissenaxe die Stärke des Weingeistes (in Gewichtspercenten) aufgetragen; die Ordinaten geben die Löslichkeit der Glycocholsäure in 100 Theilen Lösungsmittel an.

Nachdem die Löslichkeit erst bei einem Percentgehalte von mehr als 20 rasch ansteigt, ist es rathsam, beim Umkrystallisiren der Glycocholsäure aus Weingeist denselben nur soweit zu verdünnen, dass auf 1 Theil Alkohol etwa 4 Theile Wasser kommen; zweckmässig nimmt man zur Lösung 50percentigen Weingeist, und fällt daraus die Säure mit dem doppelten bis dreifachen Volumen Wasser; bei Anwendung eines stärkeren Alkohols fällt die Säure meist zum Theile harzartig aus. Die nach 12 Stunden auftretenden Krystalle sind dann oft 1—2 Mm. lang und bis 0·02 Mm. dick. Vollkommen rein ist übrigens die Glycocholsäure nur zu erhalten, wenn sie auch aus heissem Wasser umkrystallisirt wurde.

Fig. 2.

Beim Verdunsten der weingeistigen Lösung hinterbleibt die Säure in Form eines farblosen Harzes oder krystallinisch, je nach der Concentration des angewandten Alkohols; aus stärkerem (über 50percentigem) und sehr verdünntem (1- bis 5percentigem) erhält man ein Gummi, aus 10 bis 30percentigem Weingeiste und bei langsamem Verdampfen am Wasserbade die schönsten, sternförmig gruppirten Nadeln.

3. In Äther, Benzol, Chloroform löst sich die Glycocholsäure, wie bekannt, nur spurenweise; folgende Zahlen wurden für 20° C. erhalten.

1000 Theile Äther lösen 0·93 Theile (34·9 Grm. Lösung gaben 0·0325 Grm. Gl.-S.)
1000 „ Benzol „ 0·09 „ (84·2 Grm. Lösung gaben 0·0074 Grm. Gl.-S.)
1000 „ Chloroform „ 0·11 „ (87·7 Grm. Lösung gaben 0·0100 Grm. Gl.-S.)

Also löst Äther etwa dreimal so viel als Wasser, Benzol und Chloroform lösen ein Drittel von der durch Wasser lösbaren Menge.

4. Eine wässerige Lösung von Taurocholsäure vermag, wie schon Strecker[1] angedeutet, Glycocholsäure zu lösen, beziehungsweise deren Fällbarkeit durch Säuren zu behindern. Da keine Zahlen angegeben werden, habe ich diese Bestimmungen wiederholt. Dieselben wurden in der Art ausgeführt, dass man eine gewogene Menge Glycocholsäure mit dem Lösungsmittel 12 Stunden bei 20° C. stehen liess und nach dem Filtriren und Auswaschen mit kalt gesättigter Glycocholsäurelösung den Gewichtsverlust durch Zurückwägen bestimmte.

α) 1000 Th. 1percentige Taurochols. lösen 0·56 Th. Glycochols.
β) 1000 „ 5 „ „ „ 3·7 „ „
γ) 1000 „ 10 „ „ „ 6·9 „ „.

ad α) 51·9 Gr. wäss. Taurochols. brachten eine Gewichtsabnahme von 0·0289 Grm. hervor.
ad β) 52·5 „ „ „ „ eine Gewichtsabnahme von 0·1960 Grm. hervor.
ad γ) 30·0 „ „ „ „ eine Gewichtsabnahme von 0·2060 Grm. hervor.

Hier komme ich auf den Einfluss der Taurocholsäure auf das Ausbleiben der Hüfner'schen Reaction zurück. Da nach Zusatz von Salzsäure die nicht krystallisirende Galle mehr als 5% freie Taurocholsäure enthält, so werden dadurch circa 0·4%

[1] Ann. d. Pharm. 65. p. 34.

Glycocholsäure in Lösung erhalten; nachdem nun diese Gallen nur 0·65% Glycocholsäure führen, verbleibt nur der kleine Rest von 0·25%, von welchem wir vorläufig nicht angeben können, wie so er durch Benzol + Salzsäure nicht gefällt wird. Im Wesentlichen erklärt aber die eigenthümliche Eigenschaft der wässerigen Taurocholsäure, die Glycocholsäure aufzulösen, das Ausbleiben der Hüfner'schen Reaction bei unseren glycocholsäurearmen Gallen.

b) Verhalten der Glycocholsäure bei höherer Temperatur; Beitrag zur Kenntniss der Paraglycocholsäure.

Strecker[1] sagt einfach: „Schmilzt beim Erhitzen über 100° unter Abgabe von Wasser zu farbloser Glycocholonsäure." Was zunächst den Schmelzpunkt betrifft, so muss constatirt werden, dass er bei 132—134° C. liegt; derselbe wurde im Capillarrohre bestimmt und sowohl bei vollkommen trockener[2] als auch an feuchter Luft gelegener, bei nach der einen oder anderen Methode erhaltener Säure stets constant gefunden; der Erstarrungspunkt kann nicht bestimmt werden, nachdem das entstehende farblose Harz denselben nicht erkennen lässt.

Die Abgabe von 1 Molekül Wasser jedoch, mit welcher die quantitative Bildung der Glycocholonsäure verbunden sein müsste, konnte durch successive Steigerung der Temperatur von 100—170° C. nicht beobachtet werden. Dagegen muss ich bestätigen, dass die einmal über den Schmelzpunkt erhitzte Glycocholsäure die Barytreaction jener Anhydrosäure gibt. Das Erhitzen wurde, nachdem bei längerer Einwirkung höherer Temperatur an der Luft Bräunung eintritt, im Wasserstoffstrome versucht, ohne dass ein in Moleculargewichtsverhältnissen ausdrückbares Resultat erhalten hätte werden können.

Bei 100—115° ist die Gewichtsabnahme unbedeutend, bei 140—150° wird sie nach 6—8 Stunden constant und beträgt

---

[1] Handwörterbuch (2) 2, 2, 1192.

[2] Die über Schwefelsäure getrocknete Glycocholsäure gibt im Vacuum und bei 100° nichts mehr ab.

$2 \cdot 6\%$, bei 160—170° dagegen schon nach 2 Stunden 4.5%, während die Theorie für 1 Molekül Wasser nur $3 \cdot 9\%$ verlangt.

Bei 140—150° geht also noch nicht 1 Molekül Wasser fort, bei 160—170° aber ist der Gewichtsverlust dafür schon zu gross.

Löst man rohe Glycocholsäure in kochendem Wasser, so bleibt bekanntlich ein Theil derselben als Paraglycocholsäure zurück. Die Frage, ob diese schon in der Galle vorhanden sei, oder erst im Laufe der Operationen (durch Einwirkung von Säuren etc.) entstehe, hat schon Strecker beschäftigt, und seine Untersuchungen machten es wahrscheinlich, dass das erstere der Fall sei. Es lässt sich jedoch auch direct aus reiner Glycocholsäure eine beträchtliche Menge der Parasäure gewinnen, wenn man die heiss gesättigte Lösung nach dem Abfiltriren der ungelösten Säure 24 Stunden kocht. Um das bei dieser Operation unangenehme, heftige Stossen zu vermeiden, leitete man einen raschen Luftstrom durch die Flüssigkeit; das verdampfende Wasser wurde durch einen Kühler mit aufsteigender Röhre zurückgeleitet. Die Ausbeute an Paraglycocholsäure betrug einmal $0 \cdot 9$ Grm. aus $4 \cdot 1$ Grm. reiner Glycocholsäure d. i. fast 22%.

Der Schmelzpunkt der Paraglycocholsäure liegt bei 183—184°; er wurde im Capillarrohre bestimmt und kann scharf erkannt werden, wenn man die Temperatur in der Nähe desselben möglichst langsam steigert.

Wasser löst die Paraglycocholsäure nahezu nicht; die Lösung zeigt keine Reaction auf Lakmus und ist ohne Geschmack, wogegen die Säure in Substanz intensiv bitter schmeckt.

Sie haftet im trockenen Zustande stark am Glase und scheint ein sehr schlechter Elektricitätsleiter zu sein.

c) Zur Acidität der Glycocholsäure.

Die Glycocholsäure lässt sich mit Natronlauge titriren, nachdem ihre Alkalisalze neutrale Reaction zeigen; wenngleich diese Thatsache jedenfalls Strecker bekannt war, so hat er es doch nicht direct ausgesprochen.

Glycocholsäure wird in Wasser vertheilt, oder in Alkohol gelöst, mit Corallin versetzt und Lauge zufliessen gelassen; sobald

(im ersteren Falle) die letzten Nadeln verschwinden, ist die neutrale Reaction eingetreten und genau 1 Äquivalent NaOH verbraucht.

I. 0·7840 Grm. Glycocholsäure in Wasser zerrührt verbrauchten 6·1 CC. Lauge (à 1 CC. = 8·43 Mg. Na_2O).

II. 0·6305 Grm. in Alkohol gelöst, verbrauchten 4·8 CC. obiger Lauge,

d. h. 100 Theilen Glycocholsäure entsprechen:

Berechnet für $C_{26}H_{12}NaNO_6$	Gefunden		
	I	II	
6·67	6·56	6·43	Th. Na_2O.

Experimentelle Untersuchungen über die Strömung der Luft in der Nasenhöhle.

Von Dr. **Ed. Paulsen** aus Kiel.

(Mit 1 Tafel.)

Der Weg, welchen der Einathmungs- und Ausathmungsstrom bei ihrem Durchgange durch die Nasenhöhle einschlagen, ist bisher eingehender nicht untersucht worden. Die Forscher, welche sich mit dieser Frage beschäftigten, haben die für den Mechanismus des Riechactes wichtige Richtung dieser Luftströme namentlich aus den anatomischen Verhältnissen der Nasenhöhle zu construiren gesucht. Einer der ersten, der diesen Gegenstand näher ins Auge fasste, Bidder[1] spricht die Ansicht aus, dass beim ruhigen Athmen der Luftstrom den kürzesten Weg einschlagen, also vorzugsweise an dem Boden der Nasenhöhle im untersten Nasengange hingehen und auf die im oberen Theile der Nasenhöhle befindlichen Luftschichten wenig oder gar nicht einwirken werde. Würden dagegen beim tiefen Einathmen die Nasenlöcher erweitert, so dringe eine grössere Menge Luft mit verstärktem Strome in die Nase. Dies sei die Ursache, dass die von unten nach oben gehende Richtung, welche der Luftstrom durch die Lage der Nasenlöcher erhalte, beibehalten werde. Derselbe werde also in diesem Falle nicht unmittelbar nach Hinten gegen die Choanen ziehen, sondern mehr in die Höhe steigen müssen. Noch vollständiger würde dies beim sogenannten Schnuppern erreicht, denn je mehr Luft in einer gegebenen Zeit

---

[1] Riechen, in Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, 2. Bd. S. 916. — Leider habe ich Bidders andere Arbeit: Neue Beobachtungen über die Bewegungen des weichen Gaumens und über den Geruchssinn, Dorpat 1838, nicht einsehen können, da dieselbe in Wien nicht zu bekommen war.

in die Nasenlöcher eingezogen wird, um so weniger werde sie auf dem geradesten Wege gegen den Ausgang hinstreben, sondern vielmehr nach den oberen Theilen der Nasenhöhle gedrängt werden. Weiter hält Bidder die untere Muschel für ausserordentlich wichtig zum Zustandekommen der Geruchsempfindung. Denn der in die Nasenhöhle eintretende und zunächst auf die untere Muschel treffende Luftstrom werde durch dieses Hinderniss von seiner ursprünglichen Richtung abgelenkt und zertheilt. Der obere Antheil gelangt dann in die regio olfactoria.

Später hat H. Meyer[1] die mittlere Muschel für vorzugsweise geeignet gehalten den eintretenden Luftstrom zu leiten. Er ist der Meinung, dass die Richtung der inspirirten Luft in folgender Weise bestimmt werde. Die durch die Aspiration der Brusthöhle in der Nasenhöhle erzeugte Luftverdünnung müsse zunächst den Raum unter der mittleren Muschel betreffen, da dieser in nächster Continuität mit dem Fornix pharyngis stehe und gewissermassen seine Fortsetzung sei. Der durch die Nasenlöcher einstürzende Luftstrom ströme zuerst mit einer Richtung ein, welche senkrecht auf die Ebene des Nasenloches sei, durch die fortdauernde Aspirationsbewegung erhalte er aber auch zugleich eine Richtung nach hinten, so dass die wirkliche Richtung seiner Bewegung eine resultirende sein müsse zwischen diesen beiden Richtungen, und eine steilere sein müsse, wenn die Aspiration schwächer, eine horizontalere, wenn diese stärker sei.

Liege nun, wie gewöhnlich beim ruhigen Athmen, die Ebene des Nasenloches horizontal, so könne nur der kleinere Theil der Luft in die eigentliche Geruchsspalte der Nase eindringen, bei weitem der grössere Theil derselben werde von „der trompetenartigen Öffnung des vorderen aufsteigenden Randes der mittleren Muschel“, der Apertura conchae mediae, aufgefangen und direct in den Pharynx geleitet. Dies werde ferner noch bewirkt durch einen langgestreckten rundlichen Vorsprung, den Nasendamm, welcher an dem vorderen Ende der mittleren Muschel beginne und flacher werdend gegen das vordere Ende des Nasenloches verlaufe. Dieser Damm bilde damit die obere Grenze einer Art von Rinne, den Sulcus nasalis, welche den Luftstrom unter die untere

[1] Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 3. Aufl. S. 668.

Muschel leite, und zugleich stelle er dem Eintritte desselben in die Geruchsspalte der Nase ein Hinderniss entgegen. Vermehrt werde dies noch dadurch, dass seinem oberen Theile die verdickte Stelle der knorpligen Scheidewand sehr nahe gegenüber liege, so dass zwischen beiden sich nur eine sehr enge Lücke als Eingang in die Geruchsspalte finde. Mit letzterem Namen bezeichnet Meyer bekanntlich den oberen engen Theil der Nasenhöhle, welcher von dem unteren weiteren Theile derselben, dem Athmungswege, durch die mittlere Muschel und den gegenüberliegenden Wulst am Septum getrennt ist. Dagegen soll nach Meyer die zwischen dem Nasendamme und dem Nasenrücken befindliche Rinne, der Sulcus olfactorius, einen directen Zugang zu der Geruchsspalte bilden. Den mehr horizontal nach hinten gehenden Luftströmen lege sich der vordere nicht umgerollte Rand der unteren Muschel entgegen und fange dieselben so auf, dass er sie direct nach hinten leite. Von Bedeutung sei auch die Stellung der Nasenlöcher. Durch Höherstellen des äusseren Randes derselben erhalte der Luftstrom eine mehr gegen die Scheidewand gerichtete Bewegung und gelange directer und leichter durch diese geleitet in die Geruchsspalte; je horizontaler aber die Nasenöffnung gestellt werde, umso mehr erhalte die Hauptmasse des Luftstromes die Richtung nach der Apertura conchae mediae und werde um so weniger die Geruchsspalte berühren können.

Der Weg des exspiratorischen Luftstromes ferner sei derart, dass man sagen könne, es sei dieser fast vollständig von der Geruchsspalte abgesperrt. Das hintere Ende der mittleren Muschel liege nämlich der vorderen unteren Kante des Keilbeinkörpers sehr nahe, und über diesem befinde sich nur noch ein kleiner Raum, durch den der Luftstrom nach Oben gegen die Geruchsspalte dringen könne; aber auch dieser sei in einer Weise eingerichtet, dass der Luftstrom wieder eine Ablenkung erfahren müsse. Nicht nur der in den oberen Nasengang eintretende Strom werde wegen der Gestaltung des ersteren nach unten abgeleitet, sondern auch in den zwischen dem hinteren Theile des Siebbeinlabyrinthes und der vorderen Fläche des Keilbeinkörpers befindlichen Raume müsse ein Theil des Luftstromes abgelenkt werden, ohne in die Geruchsspalte einzudringen. Somit könne nur ein

sehr kleiner Theil des Ausathmungsstromes in die letztere gelangen. Was nun die Nebenhöhlen der Nase betrifft, so ist Meyer der Ansicht, dass in Folge ihrer Anordnung der Exspirationsstrom insoferne er durch die beiden oberen Nasengänge geleitet wird, in sie hineingedrängt werde und die in denselben enthaltene Luft in einem dem Grade des Exspirationsdruckes entsprechenden Maasse comprimire.

Die nächste Folge hievon müsse die sein, dass der aus den Nasenlöchern austretende Luftstrom in seiner Stärke etwas gemässigt werde. Doch sieht Meyer hierin nicht die Hauptbedeutung der Nebenhöhlen, sondern darin, dass in ihnen stets comprimirte warme Luft vorräthig sei, welche der eingeathmeten Luft beigemengt werde, indem durch die Kraft der Aspiration eine Luftverdünnung erzeugt werde, welche eine Lufterneuerung in ihnen begünstigt. Den Ansichten Meyers schliesst sich A. Fick[1] an. Der untere Theil des Nasendammes spalte gewissermassen den Einathmungsstrom in zwei Äste. Der weitaus grösste Theil der eintretenden Luft werde unterhalb des Nasendammes hinströmend zum Athmungswege gelangen, der kleinere Theil in die Rinne oberhalb des Nasendammes unmittelbar am Nasenrücken hinfliessen und ganz direct in die Geruchsspalte gelangen. Der Ausathmungsstrom werde die Luft in der Geruchsspalte so gut wie gänzlich in Ruhe lassen, da der Keilbeinkörper dieselbe von hinten her wie durch einen Schirm schütze. Der überwiegend grösste Theil dieses Stromes werde sofort den Weg nach Aussen einschlagen, ein Theil desselben allerdings über den unter das Niveau des Keilbeinkörpers herabragenden unteren Rand der mittleren Muschel hinaufgelangen, sich aber in dem oberen Nasengange fangen und nach unten abgebogen werden. Dagegen müsse der Ausathmungsstrom die Luft der Nebenhöhlen in Bewegung setzen. Ob aber diese Bewegung eine Beziehung zum Geruchssinne habe, lässt er dahingestellt.

Braune und Clasen[2] nehmen an, dass die Luft in der Regio olfactoria und den Nebenhöhlen beim gewöhnlichen ruhigen

---

[1] Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Sinnesorgane. Lahr. 1867, S. 98.

[2] Die Nebenhöhlen der menschlichen Nase in ihrer Bedeutung für den Mechanismus des Riechens. Zeitsch. f. Anatomie u. Entwicklungsgesch. 2. Bd.

Athmen und geschlossenem Munde entsprechend der geringen Spannungsänderung nur wenig in Bewegung gesetzt werde. Die Athmungsluft streiche durch die Regio respiratoria der Nase an der Wand eines darüber stehenden Luftsackes vorbei. Daher würden wir auch bei ruhigem Athmen nur schwer Gerüche wahrnehmen.

Anders aber werde das Verhältniss werden, wenn wir bei geschlossenem Munde kräftige Inspirationen machen und hiedurch eine Verengerung der Nasenlöcher eintritt, welche letztere die genannten Autoren im Gegensatze zu Bidder und Fick annehmen. Jetzt werde die Spannungsverminderung der Luft im Nasenraume grösser. Je stärker und schneller die Ansaugungsbewegung des Thorax ausgeführt werde, um so grösser die Verengerung am Nasenloche, und umso mehr müsse der Druck in den Luftwegen sinken, zugleich aber auch in den Lufträumen der Regio olfactoria und der communicirenden Nebenhöhlen. Die Luft dieser werde ausgepumpt. Bei dem Nachströmen der allmälig eindringenden und das Gleichgewicht wiederherstellenden Luft werde bei der eigenthümlichen Lage der Verbindungsgänge der Nebenhöhlen die gesammte Regio olfactoria bestrichen, eine Strömung, die noch durch die gerade nach aufwärts führende Richtung der Nasenlöcher begünstigt werde.

Zuckerkandl[1] ist ebenfalls der Ansicht, dass der Inspirationsstrom das Bestreben habe, unter der Riechspalte vorbei gegen die Choanen zu entweichen, weil bei diesem Acte der Respiration eine Luftverdünnung im Cavum pharyngo-nasale eintrete. Anatomisch werde diese Richtung des Luftstromes durch die im Vestibulum nasale vorspringende Falte der Cartilago triangularis befördert, welche gleichsam als vordere Verlängerung der unteren Nasenmuschel die eindringende Luft auffange und in den unteren Nasengang leite. Aber nicht allein die Aspiration der Brusthöhle, sondern noch ein zweites Moment, nämlich der horizontale Stand der Nasenlöcher bestimme die Richtung des Luftstromes.

Es gelange bei ruhiger Respiration auch Luft in die Geruchsspalte, weil durch die Aspiration in den weiter hinten gelegenen

---

[1] Normale und pathologische Anatomie der Nasenhöhle und ihrer pneumatischen Anhänge. Wien 1882.

Luftwegen auch die Fissura olfactoria ausgepumpt werde. Dem Meyer'schen Nasendamme misst Zuckerkandl keinen besonderen Einfluss auf die Richtung des Luftstromes bei, weil seine Grösse sehr wechselnd und er oft gar nicht zu finden sei.

Dagegen hält Zuckerkandl die Änderung in der Configuration des Nasenloches, welche beim Schnuppern eintritt, für besonders wichtig für die Geruchsperception. Der äussere Rand der Nasenöffnung werde gehoben, die Luft tiefer und öfter stossweise eingezogen, und jetzt dringe die gegen die Nasenscheidewand gerichtete Luft in einer steileren und somit günstigeren Richtung in die Geruchsspalte ein. Demzufolge sei auch der horizontale Stand der Nasenlöcher für die Mechanik der Geruchswahrnehmung von hoher Bedeutung.

Von dem Ausathmungsstrome nimmt Zuckerkandl an, dass ihm das Eindringen in die obere Region der Riechspalte erschwert werde, weil er von der schirmartig vorragenden mittleren Muschel aufgefangen und geleitet werde.

Angesichts der vorgetragenen Anschauungen, deren Verdienst gewiss anerkannt werden muss, wird man sich doch nicht verhehlen können, dass bei der Complicirtheit des Baues der Nasenhöhle einerseits und der in Betracht kommenden physikalischen Verhältnisse andererseits eine einigermassen gesicherte Beantwortung der uns beschäftigenden Frage noch nicht vorliegt. Die Schwierigkeit des physikalischen Theiles unseres Problems liegt wesentlich darin, dass die Bewegung jedes einzelnen Lufttheilchens innerhalb der Nasenhöhle das Resultat dreier Factoren ist, erstens der durch die Mechanik des Einathmens hervorgerufenen Druckdifferenzen in der Nachbarschaft des Lufttheilchens, zweitens das Resultat der Trägheit desselben, insofern es die einmal eingeschlagene Strömungsrichtung zu bewahren strebt, und drittens das Resultat der durch die Berührung mit den lebenden Theilen erzeugten Temperaturdifferenzen.

Ich halte es unter diesen Umständen für nahezu unmöglich aus dem Baue der Nasenhöhle einen einigermassen sicheren Schluss auf den Weg des Luftstromes zu ziehen, insbesondere insoweit es sich um grössere oder geringere Energie des Einathmens oder Ausathmens handelt.

Desshalb habe ich es für eine erspriessliche Arbeit erachtet, die Frage auf experimentellem Weg in Angriff zu nehmen, umsomehr als dieser Weg in jüngster Zeit schon einmal für eine einschlägige Frage betreten worden ist. Es haben nämlich Braune und Clasen[1] theils am Lebenden, theils an der Leiche durch manometrische Messungen eine Verminderung des Luftdruckes während der Inspiration in der Nasenhöhle und ihren Adnexen gefunden, wie das nicht anders zu erwarten war. Denn die Thatsache, dass während der Einathmung Luft in die Nasenhöhle einströmt, ist ein Beweis dafür, dass innerhalb derselben die Luft verdünnt sein müsse. Ist dies aber der Fall, dann muss dieselbe auch in den mit ihr communicirenden pneumatischen Räumen verdünnt werden.

Leider muss ich hervorheben, dass auch meine Experimente nicht allen Anforderungen entsprechen. Sie wurden nämlich in der Weise ausgeführt, dass der dritte der genannten Punkte nicht in Betracht gezogen wurde. Doch ist die Vermuthung wohl gerechtfertigt, dass die durch die Erwärmung der in die Nasenhöhle einströmenden Luft entstandenen Strömungen verschwindend sind im Vergleiche zu jenen, welche durch die Athembewegungen hervorgerufen sind, und deren Verhalten zum Theile durch das Beharrungsvermögen der Luft bestimmt wird. Übrigens will ich nicht behaupten, dass es unmöglich wäre, diesen dritten Factor in die Versuchsanordnung einzubeziehen, doch wäre es mit unverhältnissmässigen Schwierigkeiten verbunden.

Zu den Experimenten, welche von mir angestellt wurden, sind Leichenköpfe benützt, welche unterhalb des Kehlkopfes so vom Rumpfe abgeschnitten waren, dass ein Theil der Luftröhre an denselben erhalten blieb. In diese wurde ein Glasrohr von entsprechender Weite eingebunden und durch einen Gummischlauch mit einem Blasebalge in Verbindung gesetzt, welcher ungefähr der Athmungsgrösse der Lungen entsprach. Hiedurch war es möglich, einen dem natürlichen ähnlichen Einathmungs- und Ausathmungsstrom zu erzeugen. Um den Weg, welchen diese Ströme in der Nasenhöhle zurücklegten, zu kennzeichnen, sollte die letztere zugänglich gemacht und mit kleinen Stückchen

---

[1] L. c.

Reagenzpapieres austapeziert werden, welche auf Einwirkung flüchtiger Stoffe, die zugleich mit den Luftströmen die Nasenhöhle passirten, ihre Farbe veränderten. Um die Überzeugung zu haben, dass dort, wo der stärkste Strom gehe, auch wirklich die intensivste Färbung auftrete, wurden vorher einige Versuche mit einer Glasbüchse angestellt.

Diese war durch eine Scheidewand in der Weise durchgetheilt, dass an einer Seite nur eine schmale Verbindung zwischen den beiden Hälften blieb. Bekleidete man nun in einer Anzahl von Versuchen verschiedene Theile der inneren Oberfläche der Büchse mit befeuchtetem rothen Lackmuspapier und trieb einen mit Ammoniak geschwängerten Luftstrom hindurch, so gewahrte man, dass diejenigen Papiere am frühesten eine blaue Färbung annahmen, an welchen die Luft am schnellsten vorbeistreichen musste, dass diejenigen Papiere aber, welche sich abseits von dem Hauptstrome befanden, verhältnissmässig lange roth blieben. Es zeigte sich also, dass diese Methode sich eigne, die relative Geschwindigkeit der strömenden Luft mit einer für unsere Zwecke hinreichenden Genauigkeit zu bestimmen.

Die Eröffnung der Nasenhöhle geschah am besten, wie einige Versuche ergaben, durch folgende Präparation des Kopfes. Nach Absägung des Schädeldaches und Entfernung des Gehirns wurden die Wirbel mit Ausnahme des Atlas fortgenommen. Auch von diesem wurde die hintere Hälfte entfernt, die vordere in der Medianebene durchgekniffen. Sodann wurde aus dem hinteren Theile der Schädelbasis ein breiter Keil ausgesägt, dessen vordere Spitze in der Mitte des Hinterhauptsloches liegt.

Zur Eröffnung einer der Nasenhöhlen selbst wurde nun der Schädel in sagittaler Richtung hart neben der Medianebene so durchsägt, dass die Nasenscheidewand unverletzt blieb, nachdem vorher die Haut an der Mitte der Stirn und an dem Nasenrücken bis ins Nasenloch, sowie die Oberlippe durchschnitten war.

Weiter wurden die Körper des Keilbeines und Hinterhauptbeines unter Schonung des Ansatzes des Pharynx durchsägt. Waren dann endlich die beiden vordersten Schneidezähne ausgezogen oder, was vorzuziehen ist, ihre beiden medialen Ecken so abgekniffen, dass die Zähne später beim Auseinanderbiegen der Kopfhälfte als Hemmung dienten, und war der Proc.

alveolaris mit einem Meissel durchgeschlagen, dann konnte die Nasenhöhle genügend weit geöffnet werden, um hineinzusehen und mit einer feinen Pincette darinnen die verschiedenen Theile mit kleinen Stückchen Reagenzpapieres auszutapezieren. Bei diesem Auseinanderbiegen der beiden Kopfhälften drehten sich diese um eine Axe, welche durch die Medianlinie des harten Gaumens ging, und es musste beim Präpariren besonders darauf geachtet werden, dass derselbe in seiner Naht geknickt und die Schleimhaut sowohl des unteren Nasenganges als der Mundhöhle unversehrt blieb. Jetzt wurde der Mund durch Zunähen dicht verschlossen, ebenso der Schnitt an der Oberlippe, und dem Nasenloche wurde seine normale Gestalt wieder gegeben durch eine an der Nasenspitze angebrachte Naht. Die übrigen Verschlüsse mussten temporär sein und wurden hergestellt am Nasenrücken durch Klemmpincetten, an Stirn und Schädelbasis durch Heftpflaster, welches mit einem Löthkolben in die Spalte hineingeschmolzen wurde. Um dies zu erleichtern, waren neben derselben Weichtheile und knöcherne Unebenheiten entfernt. In den Vorversuchen wurden beim Schliessen die beiden Kopfhälften möglichst dicht an einander gepresst. Es stellte sich dies aber als fehlerhaft heraus. Die Geruchsspalte ist nämlich so enge, dass der Verlust der dünnen Knochenschichte, welche beim Sägen in Form von Sägespänen wegfiel, schon eine wenigstens partielle Berührung der beiden Wände bewirkte. Es wurde desshalb in den weiteren Versuchen dafür gesorgt, dass zwischen den beiden Sägeflächen eine Distanz von der Grösse, welche der Dicke des gebrauchten Sägeblattes entsprach, bleibe. Vor Beginn jedes Versuches wurde der Kopf darauf hin untersucht, ob er auch überall gut verschlossen sei und beim Ein- und Ausathmen ein kräftiger Luftstrom durch das Nasenloch ein- und ausging.

Als der geeignetste flüchtige Stoff, welcher zur Färbung der Papiere den Luftströmen beigegeben werden sollte, erwies sich das Ammoniak, auf welches das Lackmuspapier prompt reagirte. Eine Schwierigkeit machte sich allerdings im Anfange geltend. Es wurde nämlich das Papier schon allein beim längeren Verweilen in der Nasenhöhle leicht gebläut, wie Controlversuche ergaben. Es liess sich dies aber dadurch verhindern, dass für gute Neutralisation des Alkohols, in dem die Köpfe aufbewahrt

wurden, gesorgt und die Nasenhöhle vor jedem Versuche mit destillirtem Wasser ausgespritzt wurde. Auch ist, wenn nach einer Reihe von Versuchen oder nach einem Versuche, bei dem zu viel Ammoniak eingeathmet worden, und die Schleimhaut ihre neutrale Reaction verloren und ammoniakalisch geworden war, die Nasenhöhle mit etwas angesäuertem Wasser leicht ausgepinselt und darnach mit destillirtem Wasser nachgewaschen worden.

Auf diese Weise gelang es, eine neutrale Reaction in der Nase zu sichern und dem Reagenzpapiere seine Empfindlichkeit zu bewahren.

Um das Ammoniak dem Einathmungsstrome immer in möglichst gleicher Menge zuzuführen, wurde ein durch zwei Woulff'sche Flaschen erzeugter Luftstrom, indem er durch ein Ammoniakwasser enthaltendes Fläschchen hindurchgeleitet wurde, mit Ammoniak geschwängert und mittelst einer Glasröhre in oder unter das Nasenloch geleitet. Dieser Strom konnte durch einen Quetschhahn momentan gehemmt und frei gegeben werden. Während nun ein Gehilfe durch den Blasebalg einen tiefen Athemzug imitirte, öffnete ich kurz nach Beginn desselben den Ammoniakstrom und hemmte ihn wieder bedeutend vor Schluss des Athemzuges. Letzteres geschah, um durch eine hinlängliche Quantität normaler Luft das Ammoniakgas aus der Nasenhöhle wieder herauszuwaschen.

Das Ausathmen ward anfangs durch Blasen mit dem Blasebalge nachgeahmt und das Ammoniak dem Luftstrome dadurch beigemengt, dass derselbe durch eine zwischen Trachea und Blasebalg eingefügte Ammoniakflasche hindurchgeleitet wurde. War ein genügend starker Luftstrom hindurchgeblasen, dann wurde schnell die Ammoniakflasche entfernt und zur Ventilation der Nasenhöhle kräftig durch das in der Trachea steckende Gummirohr geblasen. Da hierbei aber immerhin zwischen dem Aufhören des Ausathmungsstromes und dem Beginne des Ventilationsstromes eine Pause nicht zu vermeiden war, wurde eine andere Methode gewählt. Anstatt durch den Blasebalg wurde durch die beiden Woulff'schen Flaschen der Ausathmungsstrom erzeugt, dem durch Hochstellen der ersten Flasche die gewünschte Stärke gegeben werden konnte. Der Kautschuck-

Wurde nun das Glasrohr der Ammoniakflasche unter sonst gleichen Bedingungen statt in das vorderste Ende des Nasenloches in die Mitte desselben gehalten, dann verlief die bogenförmige Färbung etwas tiefer am Septum entlang, im Übrigen aber ganz ähnlich. Über und unter diesem Bogen waren die entfernteren Papiere beim richtigen Ammoniakgehalte der Luft vollkommen ungefärbt. Am Punkte *a* war jetzt eine geringere Färbung, ebenso im mittleren Nasengange. Der untere Nasengang verhielt sich wie früher.

Endlich wurde die Glasröhrenspitze auch noch ganz hinten an das Nasenloch angelegt: auch jetzt trat bei der Einathmung die geschilderte bogenförmig verlaufende Färbung der Papiere auf, dieses Mal aber in seinem höchsten Punkte nicht das untere Drittel der Scheidewand überragend. Der untere Nasengang sowie die übrigen beobachteten Theile verhielten sich wie bei den letztgenannten Experimenten.

Was nun die bei diesen Versuchen eingeschlagene Methode der Zuführung des Ammoniak betrifft, so war nicht zu verkennen, dass bei derselben ausser dem eigentlichen Einathmungsstrome, d. h. dem in Folge der Aspiration des Blasebalges in die Nasenhöhle eindringenden Luftstrome, auch noch ein zweiter, wenn auch absichtlich möglichst schwach gemachter Strom in die Nasenhöhle eintritt, nämlich der ammoniakhaltige, welcher direct aufwärts in die letztere eingeblasen wurde.

Um etwaige durch diesen Strom erzeugte Täuschungen zu vermeiden, wurde die Versuchsanordnung dahin variirt, dass die Glasröhre der Ammoniakflasche gut ein Centimeter unterhalb des Nasenloches mit der Richtung gegen die Oberlippe gehalten, der austretende Luftstrom also gegen die letztere hingeleitet wurde. Unter diesen Verhältnissen mussten sich unter der Nase Wirbel von Ammoniakluft bilden und dieselben beim Einathmen in einer der Norm nahekommenden Weise eingesogen werden. Es ist dies aber insoferne die unbequemere Versuchsanordnung, als es hier schwerer fällt, die zum prägnanten Hervortreten der Stromesrichtung passende Menge Ammoniak aufzusaugen. Das Resultat wich in keiner Weise von demjenigen ab, welches bei der früheren Methode bei mittlerer Stellung der Glasröhre erhalten wurde.

Durch besondere Versuchsreihen habe ich weiter festgestellt, dass die Stärke, mit welcher der Blasebalg angezogen wurde, sowie Veränderungen in der Stellung des weichen Gaumens von keinem merklichen Einflusse auf die Richtung des Stromes sind.

Hiernach haben wir uns über den Verlauf des Luftstromes in der Nasenhöhle beim Einathmen folgende Vorstellung zu machen.

Die Luft dringt durch die horizontal gestellte Ebene des Nasenloches ein, und hat in diesem Momente bei normaler Kopfstellung die Richtung vertical nach aufwärts. Einestheils durch den nach hinten wirkenden Zug, andererseits durch den schiefgestellten Nasenrücken wird der Strom nach hinten abgelenkt und fliesst in seiner Hauptmasse am Septum entlang nach dem unteren Theile der Choane hin. Dabei bleiben näherungsweise die durch den vorderen Theil des Nasenloches eintretenden Luftmassen im oberen Antheile des Stromes, die durch den hinteren Winkel des Nasenloches eintretenden im unteren Theile desselben. Durch die eigentlichen Nasengänge fliesst verhältnissmässig wenig Luft, was seinen Grund darin hat, dass der Strom durch die schiefgestellte Seitenwand der äusseren Nase nach dem Septum hingeleitet wird.[1] Letzteres scheint aus dem oben erwähnten Umstande hervorzugehen, dass das Lackmuspapierchen vor der mitteren Muschel (*a* der Zeichnung) jene auffallend starke Färbung zeigt, hingegen am mittleren Nasengange nur eine geringe auf den vorderen Theil desselben beschränkte Färbung aufzutreten pflegt. In den obersten Nasengang tritt niemals eine nennenswerthe Quantität des Einathmungsstromes ein.

Ich glaube übrigens nicht, dass man sich die Vorstellung bilden dürfe, als würde der Einathmungsstrom überhaupt gewisse Antheile der Nasenhöhle vollkommen meiden. Es ist vielmehr von vornherein wahrscheinlich, dass kein Lufttheilchen innerhalb der eigentlichen Nasenhöhle beim Einathmen in Ruhe bleibt, und es ergeben die Versuche, dass wenn die Quantität des eingezogenen Ammoniak zu gross ausgefallen ist, die Färbung kaum in irgend einem Theile der Nasenhöhle fehlt. (Es mag

---

[1] Es haben schon Meyer und Zuckerkandl (l. c.) eine ähnliche Rolle der Schiefstellung der Nasenflügel zugesprochen.

dahingestellt bleiben, inwieweit dabei die Diffusion mit im Spiele ist.) Wir haben es hier vielmehr immer nur mit der Frage zu thun, wo geht die Hauptmasse des Stromes und wie verhalten sich annäherungsweise die geringeren Antheile desselben.

Versuche, das sogenannte Schnuppern nachzuahmen, führten zu keinem nennenswerthen Resultate. Es war hierbei schnell nacheinander vier- bis sechsmal kurz eingeathmet worden, ohne oder mit einer geringen Exspiration nach jeder Einathmung und einer wie immer unmittelbar folgenden Ventilation der Nasenhöhle. Es verhielt sich die Färbung in letzterer mehr oder weniger ausgeprägt wie bei der Inspiration.

B. Der Ausathmungsstrom.

Die in früher beschriebener Weise ausgeführten Ausathmungsversuche zeigten wider Erwarten, dass der Exspirationsstrom in ganz ähnlicher Weise wie der Inspirationsstrom die Nasenhöhle durchzieht. Die intensivste Färbung war wieder am Septum, und es begann der beschriebene Bogen hinten im unteren Nasengange, ging an der Scheidewand in die Höhe und zog vorn am Nasenrücken zum Nasenloche nach abwärts. Die Höhe, bis zu welcher dieser Bogen emporstieg, ist in den verschiedenen Versuchen nicht ganz constant. Doch ist zwischen der durchschnittlichen Höhe desselben und der des Einathmungsbogens keine mit Sicherheit constatirbare Differenz zu erkennen.

Der untere Nasengang blieb, abgesehen von seinem hinteren Theile, ungefärbt. Der mittlere Nasengang zeigte eine mässige Färbung und zwar auch im hinteren Antheile.

Der obere Nasengang war bisweilen gefärbt. Interessant war wieder das Verhalten des unter dem vorderen Ende der mittleren Muschel (*a*) befindlichen Papiers, dessen Färbung an Intensität wieder derjenigen am Septum gleichkam.

Wir haben also hier wie bei der Einathmung den im Bogen verlaufenden Hauptstrom, der an der Scheidewand gegen das Nasendach hinaufzieht, und vorn am Nasenrücken entlang zum Nasenloche abfällt. Anders als bei der Einathmung verhalten sich nur der mittlere und besonders der obere Nasengang. Vermuthlich streicht die Luft, die den letzteren färbt, auch wieder dem Septum zu, um sich mit dem Hauptstrome zu vereinigen.

Sowohl bei den Einathmungs- als bei den Ausathmungsversuchen zeigte es sich, dass die Färbungen im Grossen und Allgemeinen immer an der Eintrittsstelle des Stromes in die Nasenhöhle am stärksten, an der Austrittsstelle am schwächsten war. So war der Bogen beim Einathmen an seinem vorderen Ende, dagegen beim Ausathmen an seinem hinteren Ende am intensivsten gefärbt. Es legt das die Vermuthung nahe, dass man es hier mit einer Erscheinung zu thun hat, die auf der Absorption des Ammoniakgases durch die feuchte Schleimhaut beruht. Dass eine solche überhaupt für Ammoniak besteht, ist selbstverständlich, und darf somit hier wohl zur Erklärung der Erscheinung herbeigezogen werden.

C. Die Nebenhöhlen.

Um zu erfahren, welchen Antheil die in den Nebenhöhlen der Nase befindliche Luft an den Strömungen in der Nasenhöhle selbst nimmt, wurden Versuche an einem der Köpfe angestellt, bei dem alle Nebenhöhlen in einem für die Experimente geeigneten Zustande versetzt wurden. Nur die Keilbeinhöhle musste ausgeschlossen bleiben, da dieselbe bei der Eröffnung des Kopfes der Länge nach durchsägt nicht dicht genug geschlossen werden konnte. In die übrigen Neoenhöhlen, eine vordere und eine hintere Siebbeinzelle, Stirnbein- und Oberkieferhöhle wurden wieder kleine Stückchen angefeuchteten, rothen Lackmuspapieres geklebt.

In letzterer Höhle wurde das Papier durch eine von der Wange aus angebrachte Öffnung eingeführt. Die Siebbeinzellen wurden von der Nasenhöhle her zugänglich gemacht durch Einschneiden eines kleinen Fensters in eine hintere und vordere Zelle, welche während des Versuches so verschlossen wurden, dass die Configuration der Nasenhöhle durch diesen Eingriff keine irgend nennenswerthe Änderung erfuhr.

Um dem Leser eine Vorstellung davon zu geben, wie sehr sich in Bezug auf den Luftstrom die Nebenhöhlen von der eigentlichen Nasenhöhle unterscheiden, führe ich die Thatsache an, dass ein ammoniakalischer Luftstrom, welcher, als Exspirationsstrom verwendet, nach einer Dauer von 40 Secunden die oben geschilderte charakteristische Färbung an den Papieren im Innern

der Nasenhöhle hervorrief, nach halbstündiger Dauer noch nicht im Stande war, in den genannten Nebenhöhlen eine sicher constatirbare Färbung zu erzeugen. Dasselbe Resultat erhielt ich, wenn ich einen entsprechenden Inspirationsstrom eine halbe Stunde lang einleitete. Derselbe vermochte dagegen schon nach 10 Secunden Dauer die charakteristische Färbung in der Nasenhöhle zu erzeugen.[1]

Ich halte das vorliegende Resultat für ein fast selbstverständliches, denn da alle Nebenhöhlen in der Regel nur an einer Stelle mit der Nasenhöhle communiciren, so ist ein Durchströmen einer solchen Höhle nur unter besonderen Verhältnissen denkbar, nämlich dann, wenn in der Ebene der Communicationsöffnung Druckdifferenzen obwalten. Dann könnte man nämlich denken, dass ein Antheil des Nasenstromes auf der einen Seite der Öffnung in die Nasenhöhle eintritt, innerhalb derselben einen Wirbel bildet und auf der anderen Seite derselben Öffnung austritt. Abgesehen von diesem recht unwahrscheinlichen und durch die angeführten Versuche jetzt ausgeschlossenen[2] Falle könnte noch auf dem Wege der Diffussion Ammoniak oder ein sonstiger riechbarer Körper während der Dauer des Stromes in eine Nebenhöhle eintreten. Doch war vorauszusehen, dass dies nur eine höchst geringe Quantität sein würde. Das Gesagte gilt in gleicher Weise für den Inspirations- und den Exspirationsstrom.

Anders verhält es sich, wenn man den Luftstrom zeitweilig hemmt, oder wenn, wie das normaler Weise geschieht, derselbe als Athmungsstrom einmal nach Innen und einmal nach Aussen gerichtet ist. Hier kommen nämlich die Dinge in Betracht, auf welche Braune und Clasen ihre Vorstellung von der Bedeutung der Nebenhöhlen für den Riechact aufgebaut haben, nämlich dass wärend der Inspiration die Luft nicht nur in Lunge, Trachea, Pharynx und Nasenhöhle, sondern auch in den Nebenhöhlen der

---

[1] Zur Erzeugung derartiger langdauernder Luftströmungen ist natürlich der Blasebalg nicht zu verwenden. Ich benützte zwei sehr grosse Woullf'sche Flaschen, die so miteinander verbunden werden konnten, dass sie saugten (Inspirationsstrom) und auch so, dass sie bliesen (Exspirationsstrom).

[2] Wenigstens insoferne als man früher an bedeutendere derartige Wirbelströme in den Nebenhöhlen denken konnte.

letzteren verdünnt wird, und dass diese Luft nach Sistirung der Inspiration und mehr noch nach Beginn der Exspiration in all' diesen Räumen verdichtet wird, was bei den Nebenhöhlen nur dadurch möglich ist, dass in dem ersten Falle ein Theil der in ihnen enthaltenen Luft austritt, im zweiten neue Luft in dieselben eintritt. Es ist also zu erwarten, dass auf diese Weise die Ventilation in den Nebenhöhlen einen nennenswerthen Grad erreicht. Es bestätigt uns dies auch der Versuch. Lässt man einen Luftstrom von der oben geschilderten Art durch die Trachea einsaugen und bringt unter die Nasenlöcher ammoniakalische Luft, so dringt, wie wir eben sahen, auch nach geraumer Zeit keine nennenswerthe Menge ammoniakhaltiger Luft in die Nebenhöhlen. Comprimirt man jetzt aber periodisch den Gummischlauch, durch den die Luft angesaugt wird, etwa in dem Rythmus der normalen Athmung und fährt hiermit so lange fort, wie in dem obengenannten Versuche, so finden sich dann die Papiere in den Nebenhöhlen sämmtlich äusserst stark blau gefärbt.

Riechversuche.

Betrachten wir jetzt noch einige von den obengenannten Forschern zur Begründung ihrer Ansichten mitgetheilte Riechversuche in Hinblick auf die durch die obigen Experimente gewonnenen Thatsachen. Fick[1] führt zum Beweise der Richtigkeit seiner Anschauung von der Bedeutung des Nasendammes für die Leitung des Einathmungsstromes folgenden Versuch an: „Man stecke ein Kautschukröhrchen mit einem Ende in die Nase, das vordere Ende in den Hals einer Flasche, welche eine stark riechende Flüssigkeit enthält, und athme dann ein. Steckt das Röhrchen hinten im Nasenloche mit der Öffnung gegen die mittlere oder gar untere Muschel gerichtet, so hat man fast gar keinen Geruch. Steckt dagegen das Röhrchen ganz vorn, dicht am Nasenrücken anliegend, so dass seine Öffnung sich in der früher beschriebenen Rinne oberhalb des Nasendammes befindet, dann ist die Geruchsempfindung in voller Intensität vorhanden. Ferner ist der Geruch immer sehr schwach, wenn man nur die allervorderste Partie der Nasenlöcher verstopft. Verstopfung eines

[1] L. c.

grossen Theiles der Nasenlöcher hinten beeinträchtet den Geruch nicht merklich.“

Dieses Versuchsresultat, von dessen Richtigkeit ich mich überzeugt habe, findet nach dem Vorstehenden seine Erklärung in der bei den Einathmungsversuchen gefundenen Erscheinung, dass die durch den vorderen Theil des Nasenloches einströmende Luft ihrer Hauptmasse nach die convexe obere Seite des gesammten Luftbogens bildet, also in innigere Berührung mit der Ausbreitung des Geruchsnerven kommt, als die durch die hinteren Theile der Nasenloches einströmenden Luftmassen.

Bidder[1] fand in den Ergebnissen folgender Versuche die Bestätigung seiner Ansicht, dass unser Geruchsvermögen abhängig sei von der Spaltung, welche der mit Riechstoffen beladene Luftstrom durch die untere Muschel erleide. Er sagt: „Wenn ein Strom riechbarer Luft so in die Nase geleitet wird, dass er nicht direct die untere Muschel trifft, z. B. Kampferdünste durch die Spitze eines Trichters, so wird die Geruchsempfindung um so schwächer werden, je tiefer die Spitze in die Nasenhöhle eingebracht wird, je mehr also die Ausbreitung der Luft im Vordertheile der Nase und an der unteren Muschel verhindert ist. Dasselbe Stückchen Kampfer, das, unter die Nase gehalten, die lebhafteste Geruchsempfindung erregte, hört sogleich in dieser Weise zu wirken auf, sobald man es in die Nase einführt, indem nur die Affection der Gefühlsnerven sich erhält.“

Es hat schon Vintschgau[2] die Ansicht ausgesprochen, dass Bidder hierbei seine riechbare Substanz nicht in den vorderen, sondern in den hinteren Theil des Nasenloches eingeschoben hat. Ich füge die Vermuthung hinzu, dass das Stückchen Kampfer (und bei der ersten Versuchsweise die Spitze des Trichters) vielleicht sogar bis in den unteren Nasengang vorgeführt worden war. Es würde dann Bidder's Resultat eine Erklärung in folgendem von mir angestellten Versuche finden. Es wurde bei der oben geschilderten Versuchsanordnung an einem meiner Köpfe das Glasrohr in horizontaler Richtung tief in

---

[1] L. c.

[2] Vintschgau, Geruchsinn. S. 249. In Hermann's Handbuch der Physiologie.

die Nasenhöhle gegen den unteren Nasengang hineingesteckt: hier war nie der Bogen aufgetreten, sondern die Färbung in dem unteren Nasengange die bei weitem vorherrschende. Wenn ich nun bei Nachahmung des Bidder'schen Versuches mir selbst ein Stückchen Kampfer in ein Nasenloch hineinsteckte, konnte ich nicht finden, dass der Geruch sofort aufhört, sobald das Kampferstückchen sich innerhalb des Nasenloches befindet. Im Gegentheile hatte ich, wenn ich, nachdem dies geschehen, bei geschlossenem Munde einathmete, immer eine, wenn auch schwache Geruchsempfindung. Das Kampferstückchen war dabei allerdings nur so tief in die Nase eingeführt worden, als ohne besondere Schwierigkeiten möglich war, jedenfalls nicht so tief, wie bei dem entsprechenden Versuche an der Leiche geschehen war.

Es bleibt uns endlich noch übrig, den Exspirationsstrom auf seine etwaige Fähigkeit, Geruchsempfindungen zu vermitteln, zu untersuchen.

Die angeführten Exspirationsversuche an der Leiche haben gezeigt, dass der Exspirationsstrom einen ziemlich ähnlichen Weg durch die Nasenhöhle nimmt, wie der Inspirationsstrom. Wie stimmt das nun mit der allgemeinen Anschauung, nach welcher der Exspirationsstrom nur unvollkommene Geruchsempfindungen auslöst? Dass eine riechbare Substanzen enthaltende Luftquantität während ihrer Einathmung stärkere Geruchswahrnehmungen hervorruft, als während sie wieder ausgeathmet wird, erklärt sich wohl daraus, dass die riechbaren Substanzen von der feuchten Schleimhautoberfläche zum grossen Theile absorbirt werden. Ein Rest des Geruches pflegt aber zurückzubleiben, ja es scheint Fälle zu geben, in welchen während der Ausathmung besser gerochen wird, als während der Einathmung. So erlaubt mir Herr Dr. Urbantschitsch, Privatdocent für Ohrenheilkunde an der Wiener Universität, mitzutheilen, dass er bei in Publication begriffenen Versuchen, in welchen es sich um eben wahrnehmbare Gerüche handelt, die Erscheinung beobachtete, dass er solche noch während der Exspiration wahrnahm, während sie bei der Inspiration schon unmerklich waren. Dass man überhaupt während der Exspiration riecht, hat schon Bidder gezeigt, indem er ein Stückchen Kampfer in den Mund nimmt, diesen schliesst und die Kampferdünste nun durch die Nase ausathmet. Ich habe

diesen Versuch mit einer kleinen Modification auch an mir angestellt. Die mit Moschus- oder Kampferdünsten geschwängerte Luft wurde bei geschlossener Nase durch den Mund eingeathmet, und es stellte sich nun bei der Exspiration durch die Nase eine höchst prägnante Geruchsempfindung ein. Ich muss es dahingestellt sein lassen, ob der Erfahrungssatz, dass während der Inspiration besser gerochen wird, als während der Exspiration, bloss auf der erwähnten Absorption der riechenden Substanzen an der Schleimhautoberfläche beruht, oder ob hier, was wohl denkbar ist, noch andere Factoren mitspielen.

Diese Arbeit wurde unter Leitung des Herrn Professors Sigmund Exner ausgeführt.

Autor del. lith. v. Dr. J. Heitzmann.

K. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

Erklärung der Figur.

Um den Lauf des Luftstromes in der Nasenhöhle anschaulich zu machen, ist unter Zugrundelegung des von mir zu den meisten Versuchen benützten Kopfes beistehende halbschematische Zeichnung angefertigt worden, die in folgender Weise zu verstehen ist. Man denke sich den Kopf hart neben der Nasenscheidewand durch einen rechts von dieser geführten senkrechten Schnitt gespalten. Der Schnitt wird durch die rechte Choane gehen. Nun denke man sich weiter, dass diese beiden vorderen Antheile des Kopfes so auseinandergedrängt werden, dass sie sich um eine durch diese Choane gehende senkrechte Axe *AB* drehen. *C* bedeutet diese Choane; sie ist von vorne gesehen, indem sie an der Drehung keinen Antheil genommen hat. Es ist natürlich unmöglich, ihre nächste Umgebung geometrisch genau zu zeichnen. Im rechten Theile der Zeichnung sieht man auf das Septum, im linken Theil auf die seitliche Nasenwand mit ihren Muscheln.

Die dicken Linien zeigen den Verlauf der Hauptmasse des Stromes, die dünnen deuten an, wohin geringere Antheile derselben gelangen. Der Stromfaden *H* prallt in der Gegend der Stelle *a* von der geneigten Seitenwand der Nase ab, und läuft am Septum entlang weiter. Es ist das abgerissene Ende und seine Fortsetzung mit † bezeichnet.

Die viereckigen kleinen Felder bedeuten die Stückchen Lackmuspapiers, die bei den Versuchen in der gezeichneten Weise in der Nasenhöhle vertheilt waren.

F, *F*. Sinus frontalis,

S, *S*. Sinus sphaenoidalis, an diesem Kopfe von ungewöhnlicher Grösse.

E. Besonders deutlich ausgeprägte hintere Ecke des Septums.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXXV. Band. V. Heft.

DRITTE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie, und theoretischen Medicin.

XI. SITZUNG VOM 4. MAI 1882.

Herr Dr. L. J. Fitzinger führt als Alterspräsident den Vorsitz.

Die officielle Nachricht über das am 25. April erfolgte Ableben des wirklichen Mitgliedes Herrn Hofrathes Dr. Josef Aschbach und des am 19. April verstorbenen ausländischen Ehrenmitgliedes Herrn Charles Robert Darwin wurde bereits in der Gesammtsitzung der Akademie vom 27. April zur Kenntniss genommen und der Theilnahme an diesen Verlusten Ausdruck gegeben.

Das k. u. k. Ministerium des Äussern übermittelt eine im Gesandtschaftswege aus Teheran eingelangte gedruckte Abhandlung des Herrn Dr. Tholozan: „Sur deux petites épidémies de peste dans le Khorassan."

Das c. M. Herr Regierungsrath Th. Ritter v. Oppolzer in Wien übermittelt die von ihm veröffentlichten: „Syzygien-Tafeln für den Mond, nebst ausführlicher Anweisung zum Gebrauche derselben."

Herr Prof. Dr. C. B. Brühl, Vorstand des zootomischen Institutes der Wiener Universität, übermittelt die 25. Lieferung seines illustrirten Werkes: „Zootomie aller Thierclassen", welche vier Tafeln mit vom Verfasser selbst gezeichneten und gestochenen Originalbildern und den vollständigen Text: „Über die Gehirne der fleischfressenden Säuger" enthält.

Das c. M. Herr Director C. Hornstein übersendet eine Abhandlung des Herrn Dr. G. Gruss, Adjuncten der Prager Sternwarte: „Über die Bahn der Loreley (165)."

Das c. M. Herr Prof. C. Claus übersendet eine Arbeit aus dem zoologisch-vergleichend-anatomischen Institute der Wiener Universität, betitelt: „Zur Entwicklungsgeschichte der Ascidien.

Eibildung und Knospung von *Chavelina lepadiformis*," von Herrn Oswald Seeliger.

Das c. M. Herr Prof. J. Wiesner übersendet eine im pflanzenphysiologischen Institute der Wiener Universität von Herrn Max Singer ausgeführte Untersuchung, welche den Titel führt: „Beiträge zur näheren Kenntniss der Holzsubstanz und der verholzten Gewebe."

Das c. M. Herr Prof. E. Ludwig übersendet eine in seinem Laboratorium von Herrn Dr. Sigmund Lustgarten ausgeführte Arbeit: „Über den Nachweis von Jodoform, Naphtol und Chloroform in thierischen Flüssigkeiten und Organen."

Herr Prof. Dr. C. Doelter in Graz übersendet eine Abhandlung: „Über die mechanische Trennung der Mineralien."

Herr Prof. Dr. A. Wassmuth in Czernowitz übersendet eine Abhandlung: „Über die specifische Wärme des magnetisirten Eisens und das mechanische Äquivalent einer Verminderung des Magnetismus durch die Wärme.";

Der Secretär legt noch folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Über ein bipolares Liniencoordinatensystem", von Herrn Ferdinand Wittenbauer, dipl. Ingenieur und Docent an der technischen Hochschule in Graz.
2. „Beiträge zur Theorie des Doppelverhältnisses und zur Raum-Collineation", von Herrn Prof. Dr. M. Allé an der technischen Hochschule in Graz.

Ferner legt der Secretär ein versiegeltes Schreiben behufs Wahrung der Priorität von den Herren Professoren an der Staats-Gewerbeschule in Reichenau J. V. Janovsky und H. Ritter v. Perger vor, welches die Aufschrift trägt: „Über eine neue Reaction der Azokörper."

Das w. M. Herr Hofrath Ritter v. Hochstetter überreicht eine Arbeit des Herrn Custos Dr. Aristides Brezina in Wien, betitelt: „Bericht über neue oder wenig bekannte Meteoriten" IV.

Das w. M. Herr Prof. v. Barth überreicht eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit von Herrn Rudolf Wegscheider: „Über Derivate und Constitution der Opiansäure und Hemipinsäure".

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht eine Arbeit des Herrn Dr. Z. H. Skraup in Wien: „Synthetische Versuche in der Chinolinreihe.“ III. Mittheilung.

Prof. Dr. M. Neumayr überreicht einen von Herrn August Böhm im paläontologischen Museum der Wiener Universität verfassten Aufsatz: „Über Tertiärfossilien von der Insel Madura nördlich von Java“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Impériale des sciences de St. Pétersbourg: Bulletin. Tome XXVIII No. 1. St. Pétersbourg. 1882; 4°.

Akademie der Wissenschaften, ungarische in Budapest. Almanach 1882. Budapest 1882; kl. 8°. — Értesitö, 15. Jahrg. Nr. 1—8, Budapest 1881: 8°. — Évkönyv, 16. Bd. 7. Heft. Budapest, 1881; fol. — Monumenta Hungariae archeologica aevi praehistorici. Az Aggteleki barlang mint öskori temetö. Budapest, 1881; fol. — Revue, ungarische. 1881, Heft 3—12. Budapest, 1881—1882. Heft 1—3, Budapest, 1882; 8°. — Ábel, J., Egyetemeink a középkorban. Budapest, 1881; 8°. — Molnár, A., A közoktatás története Magyarországon a XVIII. században. I. Bd. Budapest, 1881; 8°.

— — Értekezések a mathematikai tudományok köréböl. 7. Bd. Nr. 23—25, Budapest, 1881; 8°. — 8. Bd. Nr. 1—12. Budapest, 1881; 8°. — Értekezések a természettudományok köréböl. 11. Bd. Nr. 1—20. Budapest, 1881; 8° — Közlemények (mathematikai és természettudományi). 16. u. 17. Bd. Budapest, 1881; 8°.

Apotheker-Verein, Allgem.-österr.: Zeitschrift nebst Anzeigen-Blatt, XX. Jahrgang, Nr. 12 u. 13. Wien, 1882; 8°.

Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus: Jahrbücher. Officielle Publication. Jahrgang 1878. N. F. XV. Band, der ganzen Reihe XXIII. Band. Wien, 1881; 4°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang VI. Nr. 18—20. Cöthen, 1882; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome XCIV. Nos. 15—17. Paris, 1882; 4°.

Gesellschaft, deutsche chemische: Berichte. XV. Jahrgang Nr. 6. Berlin, 1882; 8°.

Gesellschaft, deutsche, geologische: Zeitschrift. XXXIII. Bd., 4. Heft, Berlin, 1881; 8°.

— k k. der Ärzte: Medizinische Jahrbücher. Jahrgang 1882. I. Heft. Wien, 1882; 8°,

— Berliner medicinische: Verhandlungen aus dem Gesellschaftsjahre 1880—81. Band XII. Berlin 1882; 8°.

— physikalisch-chemische: Journal. Tom. XIV. Nr. 3. St. Pétersbourg, 1882; 8°.

Halle, Universität: Akademische Schriften pro 1881. 143 Stücke. 8°, 4° u. Folio.

Heinze's, Dr. Anklageschrift „Hungarica" im Lichte der Wahrheit. Pressburg und Leipzig, 1882; 8°.

Le Paige, M. C.: Sur la Form quadrilinéaire. Turin 1882; 8°.,

Lotos: Jahrbuch für Naturwissenschaft. N. F. II. Band, der ganzen Reihe XXX. Prag, 1882; 8°.

Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt von Dr. A. Petermann. XXVIII. Band. 1882. IV. Gotha, 4°. — Ergänzungsheft Nr. 67: Professor Ferd. Blumentritt, Versuch einer Ethnografie der Philippinen. Gotha, 1882; 4°.

Nature. Vol. XXV. Nr. 651 u. 652. London, 1882; 8°.

Società degli Spettroscopisti italiani: Memorie. Vol. XI. Disp. 3ª. Roma, 1882; 4°.

Verein der čechischen Chemiker: Listy chemické. VI Jahrgang. Nr. 1, 3—7. Prag, 1881—82; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXII. Jahrgang, Nr. 16 u. 17. Wien. 1882; 4°.

Wissenschaftlicher Club in Wien: Monatsblätter. III. Jahrgang, Nr. 7. und Ausserordentliche Beilage Nr. 5. Wien, 1882; 8°.

XII. SITZUNG VOM 11. MAI 1882.

Herr Dr. L. J. Fitzinger führt als Alterspräsident den Vorsitz.

Se. Excellenz der Präsident der Akademie, geheimer Rath Ritter v. Arneth, übermittelt folgende von Sr. Eminenz dem Cardinal Erzbischof von Kalocsa Herrn Dr. Ludwig Haynald verfasste und für die Bibliothek der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften eingesendete Abhandlungen:

1. „Denkrede auf den Florentiner Botaniker Philipp Parlatore, in ungar. Sprache und in deutscher Übersetzung.
2. Über die Pflanzen, von welchen die in der hl. Schrift erwähnten Harze und Gummi herrühren, in ungar. Text, unter dem Titel: „A szentirási Mézgák és Gyanták termőnövényei.“
3. „*Ceratophyllum pentacantum* Haynald„.
4. Zwei Abhandlungen über *Castanea vulgaris* Lam. I. „*Solum in quo in Hungaria crescit.*“ II. „*Incolatus ejus in Hungaria.*“

Das c. M. Herr Prof. L. Pfaundler übersendet eine Abhandlung des Herrn Dr. Hermann Hammerl, Privatdocent an der Universität in Innsbruck, betitelt: „Beiträge zur Kenntniss der Hydratbildung von Salzen.“

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Über einige Nitroproducte aus der Reihe des Brenzkatechins“, Arbeit aus dem Laboratorium für analytische Chemie an der technischen Hochschule in Wien von Prof. Dr. P. Weselsky und Dr. R. Benedikt.
2. „Untersuchungen gewisser Reihen, nebst einer arithmetischen Auflösungsmethode der numerischen Gleichungen“, von Fr. Jak. Schneider, Assistent an der technischen Hochschule in Lemberg.

3. „Bericht über die Resultate der Untersuchungen betreffend die Einwirkung der Elektricität auf das Pflanzenwachsthum", von Herrn Alfred Tschinkel, Ingenieur in Wien.

Ferner legt der Secretär ein versiegeltes Schreiben behufs Wahrung der Priorität von Herrn Dr. Aristides Brezina in Wien vor.

Herr Professor Dr. Franz Exner in Wien übersendet eine Abhandlung betitelt: „Bestimmung des Verhältnisses zwischen elektrostatischer und elektromagnetischer absoluter Einheit."

Der Obmann der prähistorischen Commission, Herr Hofrath Dr. F. v. Hochstetter überreicht als Fortsetzung des V. Berichtes der Arbeiten dieser Commission im Jahre 1881 zwei Berichte des Herrn Franz Heger über Ausgrabungen auf prähistorischen Fundplätzen.

Das w. M. Herr Hofrath Ritter v. Hauer überreicht eine Mittheilung aus dem geologischen Institute der deutschen Universität zu Prag: „Neue Beiträge zur Kenntniss der Juraablagerungen im nördlichen Böhmen", von Herrn G. Bruder.

Der Secretär Herr Prof. Stefan überreicht eine Abhandlung: „Über die Kraftlinien eines um eine Axe symmetrischen Feldes."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, Real de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana: Anales. Entrega 211 & 212. Tomo XVIII. Febrero y Marzo. Habana, 1882; 8°. — Consideraciones acerca de la Topografia Medica en general y en particular sobre las de la Villa de Guanabacoa e Isla de Pinos; por el Dr. D. José de la Luz Hernández. Habana; 8°.

— Romana: Analele. Seria II. Tomulu III. Bucuresci, 1882; 4°.

Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux Arts de Belgique: Bulletin. 51ᵉ année, 3ᵉ série. Tome 3. Nr. 3. Bruxelles, 1882; 8°.

Accademia, R. dei Lincei: Atti. Anno CCLXXIX 1881—82. Serie terza. Transunti. Vol. VI. Fascicoli 9° & 10°. Roma, 1882; 4°.

— Reale delle Scienze di Torino: Atti. Vol. XVII. Disp. 2ª (Gennaio 1882.) Torino; 8°.

Akademie der Wissenschaften k. b. zu München: Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe 1882. Heft 2. München, 1882; 8⁰.

Annales des Ponts et Chaussées: Mémoires et Documents. 6ᵉ série, 2ᵉ année, 3ᵉ cahier. 1882, Mars. Paris; 8⁰.

Bibliothèque universelle: Archives des sciences physiques et naturelles. 3ᵉ période. Tome VII. No. 3. — 15 Mars 1882. Genève, Lausanne, Paris, 1882; 8⁰.

British Museum: Catalogue of the Batrachia salientia. 2ᵈ edition. London, 1882; 8⁰.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang VI., Nr. 21. Cöthen, 1882; 4⁰.

Comité international des poids et mesures: Procès-verbaux des séances de 1881. Paris, 1882; 8⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome XCIV. Nr. 17. Paris, 1882; 4⁰.

Elektrotechnischer Verein: Elektrotechnische Zeitschrift. III. Jahrgang, Heft 4: April. Berlin, 1882; 4⁰.

Geological and natural History Survey of Canada: Report of Progress for 1879—80. Montreal, 1881; 8⁰. — Maps to accompany Report of Progress for 1879—80. Montreal, 1881.

Gesellschaft, Astronomische: Vierteljahrsschrift. XVII. Jahrgang. 2. Heft. Leipzig, 1882; 8°.

— Deutsche, für Natur- und Völkerkunde Ostasiens: Mittheilungen. 26. Heft. Februar, 1882. Yokohama; gr. 4⁰.

— österreichische für Meteorologie. XVII. Band. Mai-Heft 1882. Wien, 1882; 8⁰.

— physikalisch-chemische: Journal. Tome XIV. Heft 4. Saint Pétersbourg, 1882; 8⁰.

Jena, Universität: Akademische Druckschriften pro 1881—82; 43 Stücke, 8⁰ u. 4⁰.

Journal für praktische Chemie. N. F. Band XXV. 4. Heft. Leipzig, 1882; 8⁰.

— the American of Otology. Vol. IV. Nr. 2. April, 1882. Boston; 8⁰.

Moniteur scientifique du Docteur Quesneville: Journal mensuel. 26ᵉ année de publication. 3ᵉ série. Tome XII. 485ᵉ livraison. Mai 1882. Paris; 8⁰.

Nature. Vol. XXVI. Nr. 653. London. 1882; 8°.

Osservatorio centràle del real collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bollettino mensuale. Ser. II. Vol. I. Nr. XII. Torino, 1881; 4°

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. 1882. Nr. 7. Wien; 8°.

— — Jahrbuch. Jahrgang 1882. XXXII. Band. Nr. 1. Jänner bis März. Wien, 1882; 8°.

— — Die Gasteropoden der Meeresablagerungen der ersten und zweiten miocänen Mediterran-Stufe in der österr.-ungar. Monarchie von R. Hörnes und M. Auinger. 3. Lieferung. Abhandlungen. Band XII. Heft 3. Wien, 1882; 4°.

Repertorium für Experimental-Physik etc., herausgegeben von Dr. Ph. Carl. XVIII. Band. 5. Heft. München und Leipzig, 1882; 8°.

Société botanique de France: Bulletin. Tome XXVIII. 1881. Comptes rendus des séances. 6. Paris; 8°.

— des Ingénieurs civils: Mémoires et compte rendu des travaux. 4ᵉ série, 35ᵉ année, 1ᵉʳ cahier. Janvier 1882. Paris; 8°.

— mathématique de France: Bulletin. Tome X. Nr. 2. Paris, 1882; 8°.

— philomatique de Paris: Bulletin. 7 série. Tome VI. Nr. 2. 1881—82. Paris, 1882; 8°.

Society, the American geographical: Bulletin. 1881. Nr. 4. New-York; 8°.

— the royal astronomical. Vol. XLII. Nr. 5. March 1882. London; 8°.

— the royal microscopical: Journal. Ser. II. Vol. II. Part 2. London & Edinburgh, 1882; 8°.

Verein, naturforschender in Brünn: Verhandlungen. XIX. Band 1880. Brünn, 1881; 8°.

Zeitschrift für Instrumentenkunde: Organ. II. Jahrgang, 1882. 4. Heft, April. Berlin; 4°.

— für die gesammten Naturwissenschaften: Originalabhandlungen u. Berichte. 3. Folge 1881. Band VI. Berlin, 1881; 8°.

XIII. SITZUNG VOM 19. MAI 1882.

Herr Dr. L. J. Fitzinger führt als Alterspräsident den Vorsitz.

Se. Excellenz der Herr Curator-Stellvertreter Ritter v. Schmerling setzt die Akademie in Kenntniss, dass Seine kaiserliche Hoheit der durchlauchtigste Herr Erzherzog-Curator in der feierlichen Sitzung am 25. Mai d. J. erscheinen und dieselbe mit einer Ansprache zu eröffnen geruhen werde.

Herr Hofrath Dr. Carl Ritter v. Scherzer, k. und k. Geschäftsträger und General-Consul in Leipzig, übersendet eine weitere Mittheilung über ein der Akademie seinerzeit zur Verfügung gestelltes Pflanzengift (Ticunagift).

Das c. M. Herr Prof. H. Leitgeb übersendet eine Abhandlung des Assistenten am botanischen Institute der Universität in Graz, Herrn Dr. E. Heinricher, betitelt: „Die Sporenbildung bei *Salvinia*, verglichen mit den übrigen Rhizocarpeen."

Herr Prof. Dr. Ernst v. Fleischl in Wien überreicht eine aus drei Theilen bestehende Abhandlung unter dem Titel: „Physiologisch-optische Notizen, zweite Mittheilung."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, Real de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana: Anales. Entrega 213. Tomo XVIII. Abril 15. Habana, 1882; 8°.

Académie de Médecine: Bulletin. 2e série. 46e année, Tome XI. Nos. 13—19. Paris, 1882; 8°.

Academy, the American of Arts and Sciences: Memoirs. Centennial Volume, Vol. XI. — Part I. Cambridge, 1882; 4°.

Accademia, R. delle Scienze di Torino: Atti Vol. XVII, Disp. 3ª (Febbraio 1882). Torino; 8°.

Akademie, Kaiserliche Leopoldino-Carolinisch-Deutsche, der Naturforscher: Leopoldina. Heft XVIII Nr. 7—8. April 1882. Halle a. S.; 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift nebst Anzeigen-Blatt. XX. Jahrgang. Nr. 14. Wien, 1882; 8°.

Archiv für Mathematik und Physik. LXVIII. Theil, 1. Heft. Leipzig, 1882; 8°.

Central-Commission, k. k. statistische: Statistisches Jahrbuch für das Jahr 1879, 3., 4. & 6. Heft. Wien, 1882; 8°. Jahrgang 1880, IX. Heft. Wien, 1882; 8°.

Central Observatorium, physikalisches: Annalen. Jahrgang 1880. I. und II. Theil. St. Petersburg, 1881; gr. 4°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang VI. Nr. 22 u. 23. Cöthen, 1882; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome XCIV, Nr. 18. Paris, 1882; 4°.

Gesellschaft, Deutsche chemische: Berichte. XV. Jahrgang Nr. 7. Berlin, 1882; 8°.

— Astronomische: Publication XVI: Syzygien-Tafeln für den Mond nebst ausfürlicher Anweisung zum Gebrauche derselben von Professor Theodor Oppolzer. Leipzig, 1881; 4°.

Gewerbe-Verein, niederösterr.: Wochenschrift. XLIII. Jahrgang Nr. 16—19. Wien, 1882; 4°.

Hortus Petropolitanus: Descriptiones plantarum novarum. Tome III. Pars. 3. St. Petersburg, 1882; 4°.

Hydrographisches Amt, k. k. Marine-Bibliothek: Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens. Vol. X. Nr. 3 und 4 Jahrgang 1882. Pola, 1882; 8°.

Ingenieur- und Architekten-Verein: Wochenschrift. VII Jahrgang. Nr. 16—19. Wien, 1882; 4°.

— — Zeitschrift. XXXIV. Jahrgang. II. Heft. Wien, 1882; gr. 4

Johns Hopkins University: Studies from the Biological Laboratory. Vol. II. Nr. 2. Baltimore, 1882; 8°.

Journal für praktische Chemie. N. F. Band XXV. Nr. 5 und 6. Leipzig, 1882; 8°.

Journal, the American of Science. 3. series. Vol. XXIII. (Whole Number CXXIII.) Nos. 136 et 137. New-Haven, 1882; 8°.

Königsberg, Universität: Akademische Schriften pro 1881—82. 8° & 4°.

Kriegsmarine, k. k.: Kundmachungen für Seefahrer und hydrographische Nachrichten. Jahrgang 1882. Heft 2. Pola, 1882; 8°.

Militär-Comité, k. k. technisches und administratives: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens. Jahrgang 1882. IV. Heft. Wien, 1882; 8°.

Moore. F. F. Z. S.: The Lepidoptera of Ceylon. Part. IV. London, 1881; 4°.

Nature. Vol. XXVI, Nr. 654. London, 1882; 8°.

Nuovo Cimento, il; 3ª Serie. Tomo XI. Gennaio e Febbraio. 1882. Pisa; 8°.

Observatory, The: A monthly review of Astronomy. Nr. 61. May, 1882. London; 8°.

Societas scientiarum fenica: Öfversigt af Förhandlingar; XXII. 1879—80. Helsingfors, 1880; 8°.

— Bidrag till Kánnedom of Finlands Natur och Folk. 33. und 34. Heft. Helsingfors, 1880, 8°.

Société Impériale des Amis d'histoire naturelle, d'anthropologie et d'ethnographie, attachée à l'Université de Moscou. Tomes XXXIV, Livr. 2. et XXXV, partie 1, Livr. 4. Moscou, 1882; fol.

Society, the Linnean of London: The Transactions. 2nd ser. Zoology. Vol. II. part. 2. London, 1881; 4°.

— — The Journal. Zoology. Vol. XV. Nos. 84 und 85. London, 1880—81.; 8°.

— — The Journal. Botany. Vol. XVIII. Nos. 108—113. London, 1880—81; 8°.

— — List of the Linnean Society of London: January, 1881. London; 8°.

— the royal geographical: Proceedings and Monthly Record of Geography. Vol. IV. Nr. 5. May, 1882. London; 8°.

— the Zoological of London: Proceedings of the scientific meetings for the year 1881. Part. III. May und June. London, 1881; 8°.

Utrechtsche Hoogeschool: Onderzoekingen, gedaan in het Physiologisch Laboratorium. Derde reeks. VII. Aflevering I. Utrecht, 1882; 8°.

Verein für naturwissenschaftliche Unterhaltung zu Hamburg: Verhandlungen, 1877. IV. Band. Hamburg, 1879; 8°.

Vierteljahresschrift, österreichische, für wissenschaftliche Veterinärkunde. LVII. Band, 1. Heft, (Jahrgang 1882. I.) Wien, 1882; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXII. Jahrgang. Nr. 18 und 19. Wien. 1882; 4°.